www.radio.ru

4•2018

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ

12 апреля — День космонавтики!

- Конвертер авиационного диапазона
- Дальномер HC-SR04 без микроконтроллера
- Викторина для начинающих
- Стереозапись с всенаправленными микрофонами

...и ещё 17 конструкций

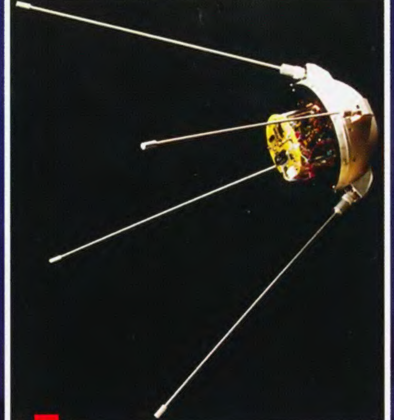
4
2018

ISSN-0033-765X

9 770033 765009 18004

Разработка и запуск радиолюбительских малых космических аппаратов с орбитальных станций "Мир" и МКС

Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королёв,
Татьяна КОЛМЫКОВА, д-р экон. наук, проф., г. Курск,
Егор ШИЛЕНКОВ, канд. техн. наук, г. Курск



Вид спутника RS-18 со снятой крышкой.

Космонавты П. В. Виноградов и А. Я. Соловьёв со спутником RS-17 на борту орбитального комплекса "Мир".

QSL-карточка спутника RS-21 ("Колибри").

Спутник "РадиоСкаф-1" на борту МКС, подготовленный к запуску.

Спутник "РадиоСкаф-1" в автономном полёте.

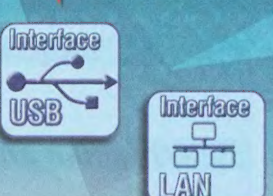
Космонавт С. А. Волков со спутником "Кедр".

Космонавты О. И. Скрипочка, А. Ю. Калери и Д. Ю. Кондратьев со спутником "Кедр".

Запуск спутника "Часки" космонавтом О. Г. Артемьевым.

(см. статью на с. 49)

НОВЫЕ ПЛАНШЕТНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ СЕРИИ ADS-4000T



- ✓ Сенсорное управление (до 5 точек касания)
- ✓ Двух- и четырехканальные модели
- ✓ Большая глубина записи до 28 млн. точек
- ✓ Скорость захвата до 80000 осц/с
- ✓ 31 тип автоматических измерений
- ✓ Встроенный 6-разрядный аппаратный частотомер
- ✓ Встроенная память 8 ГБ
- ✓ Возможность подключения мыши
- ✓ Широкий набор интерфейсов (USB, LAN, HDMI)
- ✓ Перезаряжаемая Li-Ion батарея

	ADS-4572T	ADS-4574T	ADS-4602T	ADS-4604T
Количество каналов	2	4	2	4
Полоса пропускания	70 МГц		100 МГц	
Макс. дискретизация	1 Гвыб/с			
Макс. память	14 М точек		28 М точек	
Гориз. развертка	2 нс/дел…1000 с/дел			
Верт. отклонение	1 мВ/дел…10 В/дел			
Тип запуска	фронт, импульс, видео, скорость нарастания, рант, N фронт, задержка, логический шаблон			

ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Космонавт Фёдор Николаевич Юрчихин со спутниками "Танюша-ЮЗГУ" на борту МКС (см. статью на с. 49).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ДЛЯ УМЗЧ
КОМПАКТНЫЙ ТЕРМОМЕТР
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИНТЕРФЕЙСОВ USB/RS-485
УПРАВЛЯЕМЫЙ RGB-КУБ 5×5×5

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан для рассылки подписчикам 02.03.2018 г.

Издаётся с 1924 года

РАДИО®

4•2018

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"–"Радиофронт"–"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.03.2018 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 18-03-00197.

Понимание происходящего

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Если вам долго не звонят родственники или друзья, значит, у них всё хорошо".

(Михаил Жванецкий)

Хорошо знать обо всём, что происходит тут и там. Ещё лучше вовремя узнавать о возникших проблемах. А ещё лучше, когда тебя предупреждают об увеличивающихся рисках. Особенно, если ты отвечаешь за всё вышеперечисленное.

Всеобщее продвижение к цифровой экономике, повсеместная автоматизация, цифровая трансформация, усиливающаяся связь между информационными системами (ИС) и даже простое, но неуклонное усложнение всех систем делают окружающую нас и без того весьма динамичную жизнь ещё более динамичной. Не отстаёт и обычная повседневная жизнь планеты с её экономическими, общественными и политическими противостояниями, разного рода происшествиями и различной природы авариями, угрозами и рисками, человеческим фактором и слепой силой природы, не говоря уже о всяких других ситуациях, которые могут возникнуть где угодно в результате всевозможной человеческой деятельности. Параллельно растёт и тревога, как успеть за этой динамикой, как понять, что происходит в стране, в регионе, в районе или даже в компании. Причём понять как можно быстрее и информативнее с определением причин и возможных последствий.

В том, чтобы кто-то помог развеять тревогу, крайне заинтересованы современные руководители компаний и регионов, министерств и ведомств, военные и гражданские. И отнюдь не только там, где человек просто не в состоянии уследить за огромными объёмами информации и стремительно меняющимися производственными или бизнес процессами, не говоря уже о реакции на всевозможные чрезвычайные ситуации. Здесь необходимо более глубокое понимание получаемых отовсюду данных, изменение концепции их анализа. Как минимум хорошо, чтобы вся информация доходчиво отображалась на экранах, но просто информация — это, по большей части, просто информация. Здесь необходима смена концепции управления ею. И даже самый мощный компьютер, используемый в рамках старых концепций управления, не спасёт ситуацию. Проблема не в том, как использовать компьютер, проблема в поиске новых способов управления в нашем компьютерном веке, в веке невиданной насыщенности потоков информации.

Впрочем, современному руководителю любого уровня порой хочется не просто красивой визуализации всего происходящего в подведомственном хозяйстве, но и разумной подсказки в части управленческих решений. Они обычно формируются экспертно-аналитическими группами или специализированными аналитическими системами. Появление огромных информационных массивов, которые необходимо структурировать и анализировать, — серьёзный вызов любому руководителю. Тем более, что бурлящая жизнь сильно сокращает время для принятия грамотных решений. Существует достаточно много примеров, когда неиспользование организационного потенциала и информационно-аналитических ресурсов в кризисной ситуации приводило к печальным последствиям. В общем, кто-то или что-то должно суметь отслеживать то, что ещё успеют наделать люди, механизмы и ИС, не говоря уже о всяческих "умных" машинах, роботах и прочей "нежити", снабжённой искусственным интеллектом (ИИ).

Под этим "что-то" сегодня подразумеваются так называемые ситуационные центры (СЦ), которые имеют множество разновидностей, зависящих от решаемых задач.

Что же касается различного рода подсказок и прогнозов, то для этого в СЦ организуются так называемые системы поддержки принятия решений (СППР). С другой стороны, если внимательно присмотреться к самой идее, то совершенно понятно, что любой СЦ и есть своего рода СППР с тем или иным объёмом выдаваемой информации своим пользователям. Просто где-то пользователь должен сам додумать, что делать в сложившейся ситуации, а где-то может получить квалифицированную подсказку. Итак, целью создания СЦ является повышение качества и эффективности управленческих решений, предотвращение и устранение кризисных и чрезвычайных ситуаций, оперативный анализ, моделирование и прогнозирование развития различных ситуаций. Ну, а учитывая, что один в поле не воин, важнейшим инструментом, обеспечивающим интеграцию и эффективное использование организационного потенциала, является целая система ситуационно-аналитических центров органов государственного управления.

Подчас в представлении людей СЦ наделяются воистину невероятными возможностями, которые почти каждый из нас видел в фантастических фильмах или разного рода боевиках. Хотя по факту они больше похожи на обычные диспетчерские пункты. И вот командир звездолёта что-то видит на экране, отдаёт приказания, нажимает кнопки и тотчас всё задуманное исполняется. В чём-то, почти как в реальной жизни.

Предтечей создания концепции СЦ послужили деловые игры и, в частности, метод кейс-технологий (*от англ. case* — случай, ситуация), широко используемый в обучении менеджмента. Суть его в том, что учащимся предлагают осмыслить и найти решение для ситуации, имеющей отношение к реальным жизненным проблемам и описание которой отражает какую-либо практическую задачу. Отличительной особенностью данного метода является создание проблемной ситуации на основе фактов из реальной жизни. При этом сама проблема не имеет однозначных решений, и для работы с такой ситуацией необходимо правильно поставить учебную задачу, а для её решения подготовить "кейс" с различными информационными материалами. Впервые метод кейс-технологии был применён в учебном процессе на факультете права Гарвардского университета ещё в 20-х годах прошлого века.

В СССР идея создания первого центра управления полётом (ЦУП), аналога современного СЦ, была заимствована в начале 60-х годов из методов кейс-технологий, с той лишь разницей, что проблемные ситуации, возникающие во время управления полётом космических аппаратов (КА) на околоземной орбите, не симулировались как учебные задачи, а отражали действительное состояние дел в космосе.

В качестве концепции идея создания СЦ была предложена в 70-е годы прошлого века английским кибернетиком Стаффордом Биром, который детально разработал так называемую Модель Жизнеспособной Системы (Viable System Model — VSM) для диагностики неисправности в любой существующей организационной системе. Ещё в 1959 г. С. Бир опубликовал свою первую книгу "Cybernetics and Management", построенную на идеях системного подхода к управлению организациями Норберта Винера, У. Мак-Каллоха и У. Р. Эшби. Первый СЦ для первых лиц государства был создан под руководством Бира уже в конце 70-х годов.

А началось всё с Чили при правительстве С. Альенде, где С. Бир внедрил VSM на практике в проекте Cybersyn (кибернетический синергизм). Он предложил чилийцам построить кибернетическую систему управления экономикой страны и заодно опередить в этом развитый мир. Мол, даже на богатом Западе экономикой управляют скверно, с бюрократизмом и огромным запозданием. Так появился проект Cybersyn по созданию системы гибкого управления экономикой и социальной сферой страны в режиме практически реального времени. С. Бир предложил связать предприятия сетью связи Кибернет, используя радиостанции, работающие в СВЧ-диапазоне, и линии телексной связи. Всё переданное поступало на центральный компьютер, а вся его выходная информация — в ситуационную комнату, представляющую собой центр оперативного принятия решений, с развешанными по стенам экранами, отражавшими состояние страны в удобной для восприятия форме. Все участники могли видеть живое биение пульса страны, наблюдая последствия принимаемых решений в виде удобных раскрашенных графиков, что активизировало интеллектуальные и творческие способности присутствующих. Создавалась также виртуальная (правда, тогда это слово не использовалось) модель страны, на которой можно было отрабатывать возможные решения правительства, проверяя их последствия. Ситуационная комната в Сантьяго должна была стать прообразом для подобных центров нового управления в любой отрасли, фирме, предприятии. Для новой системы создавался Киберстрайд — пакет программ, а также Чеко — модель чилийской экономики. Основной целью С. Бир выдвинул замену громоздкой и неэффективной бюрократии на сетевую структуру.

Президент Альенде поддержал начинание, и было многое сделано. Запустили Кибернет. Двухметровые шкафы с вращающимися стеклянными дисками и лампами заменяли современные дисплеи. Началась проработка системы прямой связи "народ—правительство" с помощью интерактивного телевещания и сети компьютеров для оперативного голосования.

В октябре 1972 г. С. Бир выпустил брошюру "Пять принципов для народа", где, в частности, говорилось следующее: "Минуло два года после революции за право собственности. Пришло время начать революцию в управлении страной!"

Первый принцип — прекратим смотреть на правительство как на нечто непостижимое и как на бремя для народа. Боритесь с такими представлениями, где только можете! Все должны думать, что и как изменить к лучшему.

Начнём считать правительство людьми, думающими о том, что делать, и дружно работающими, чтобы достигнуть намеченных целей. Желания народа должны быть известны правительству. А осуществить их поможет технология, принадлежащая всему народу!

Принцип номер два — беспощадная борьба с бюрократизмом, неразберихой и бесконечными откладываниями решений. Прямой контакт с начальством плюс его немедленный ответ дадут самый быстрый результат. "Используя технику, мы уже присоединили 60 % организаций общественного сектора к компьютерам в столице, которые дают немедленный совет управляющим. Мы распространим эту услугу на весь народ теми же средствами".

Третий принцип — борьба с плохой работой госаппарата, с отчаянием и пренебрежением к обращениям граждан. "Один служащий занимается малым числом проблем. Он может связаться с любым начальником. По линиям связи он может выйти на самого президента. Отвечайте на обращения граждан!"

"Нам предстоит заменить бюрократию на точно построенную и понятную сеть служащих, единственное дело которых — помогать людям и отвечать им. Мы должны свести бумажную переписку к минимуму, только к важным документам. Людей бумагой не накормишь!"

Четвёртый принцип — "долой безликие заявления "этого нельзя сделать" или "вам не повезло"! Начнём практиковать прямую личную ответственность — "я сделаю это или я знаю, кто вам поможет".

Пятый принцип — "будущее начинается сегодня!" Это означало, что необходимо прекратить управлять постоянным кризисом. Каждый должен упорно работать на своём месте — иначе кризису не будет конца.

"Начнём думать о будущем, которое только начинается. Начнём планировать будущее для наших внуков — лучшее общество! Будущее — не неизвестность, оно необязательно должно ухудшаться. Впервые в истории человек знает достаточно, чтобы создать такое общество, к которому он стремится. Мы должны помочь народу понять предоставляемое ему право выбора, а осуществлять его должен сам народ...".

Трудно возразить против сказанного выше с точки зрения грамотного менеджмента. 8 сентября 1973 г. президент Альенде распорядился перевести ситуационную комнату в его резиденцию "Ла Монеда". 11 сентября С. Бир завершал поездку в Англию. Вечером на улице он увидел газетный стенд и кричащие заголовки "Альенде убит!" Так прорыв в будущее общество без бюрократии был прерван местными мракобесами в компании с "чикагскими экономистами" с программой из трёх положений: Бог, армия, собственность. Говорят, сами чилийцы не очень-то восторгались "чилийским экономическим

чудом", которое началось с расстрелов, приватизации и коррупции. В 2006 г. они снова привели к власти продолжателей дела Альенде. Правда, С. Бир до этого момента не дожил.

Итак, С. Бир был первым, кто применил кибернетику для управления, дав определение последнему как "науку эффективной организации". Кстати, с именами С. Бира, У. Р. Эшби, У. Мак-Каллоха, Г. фон Ферстера, Г. Бейтсона связывают становление кибернетики второго порядка, которая более интересуется целостностью и внутренней связностью систем, обратными связями, обеспечивающими гомеостатис (в переводе с греческого — "постоянное состояние", homeo — постоянство, statis — состояние), самоорганизацией. Эта ветвь кибернетики дала миру убедительные описания многих биологических и социальных феноменов.

В частности, существует несколько кибернетических принципов, свойственных любым правильно действующим организациям, будь то какая-либо компания, банк, клиника, университет, мэрия и т. п. В основе диагностики организационных патологий лежит поиск нарушений этих принципов. Отставание способности традиционных схем управления реагировать на перемены, обрекает нас на борьбу с последствиями. Потому необходимы методы управления, подстраивающиеся не к переменам, а к темпу перемен, нужны самоизменяющиеся структуры, работающие по самоизменяющимся правилам, т. е. нужна самоорганизация.

Вместо систем обработки данных нужны системы, которые производят информацию путём изощрённого анализа данных. Нужна информация (как представлял её Г. Бейтсон) как различие, которое порождает различие и тем самым поддерживает принятие решений, изменяя восприятие, мышление и реагирование. Нужно не использовать компьютер для ускорения старых методов управления и планирования, а создавать новые методы, ориентированные на изменения, в том числе и на изменение путей компьютеризации.

Вместо управления людьми, машинами, материалами и деньгами С. Бир предложил перейти к управлению сложностью, в качестве основного кибернетического инварианта при управлении большой системой любой природы. В свою очередь, мерой сложности является разнообразие состояний системы, а в основе модели жизнеспособной системы лежит закон необходимого разнообразия У. Эшби, который требует, чтобы набор управленческих реакций был не менее богатым, чем набор возможных состояний среды, проблемных ситуаций в окружении, где разворачивается бизнес или даже, к примеру, государственное управление.

Впрочем, учесть все состояния даже очень небольшой компании и её окружения совершенно невозможно. Любые попытки разработать детальный алгоритм, чтобы автоматизировать процесс управления организацией сталкиваются с таким объёмом вычислений, который превосходит даже современные возможности компьютеров. Но как же работают и выживают компании? Как удаётся управлять сложностью? С помощью самоорганизации, потому что множество процессов организуют себя сами. В структуре грамотно организованной компании происходит направленное сужение разнообразия среды с одновременным расширением разнообразия управленческих возможностей и реакций, постоянно нащупывается компромисс между автономией подразделений и диктатурой высшего руководства, между коллегиальностью и автократией. Так же происходит, добавим, и в динамично развивающемся государстве.

В своей известной книге "Brain Of The Firm", написанной в 1972 г., С. Бир рассмотрел системную интеграцию предприятий, направленную на улучшение управления во имя снижения издержек. В ней он, в частности, писал: "Наконец, исходя также из эргономических соображений, все согласились на создание "ситуационной комнаты" как элемента, соответствующего интересам оценки оперативной обстановки. План предусматривал создание такой комнаты не только как центра, из которого предстояло управлять делами, но и как прототипа новых условий для принятия решений, замещающих традиционные залы заседаний правления фирм, в которых принимаются управленческие решения. Мы обсуждали все эти вопросы как подлежащие экспериментальной проверке, мы предвидели строительство завода по оборудованию "ситуационных комнат". Исходили мы из того, что если наше дело успешно закончится, то такие комнаты станут необходимы на любом предприятии, в любой организации, в каждой отрасли промышленности, для управления всей экономикой и всем государством".

Идеи С. Бира нашли своё развитие в самых разных областях, и комнаты превратились в центры. Когда-то в теории разработки АСУ предусматривалось, что автоматизированные информационные системы (АИС) станут первой очередью их развития. В дальнейшем предпринимались попытки разработки вначале информационно-справочных и далее информационно-советующих систем (ИСС), на базе которых позже стали возникать СЦ. С созданием Академии МВД СССР впервые кейс-технологии были введены в учебный процесс. В кейс-технологию были разработаны и добавлены кино- и аудиорешения. По проблемным ситуациям снимались короткометражные остросюжетные художественные фильмы с участием профессиональных ведущих актёров театра и кино того времени. Затем, после 80-х годов, дополнительно стали использовать картографию и видеоматериалы с реальных мест происшествия, а с 90-х — компьютерные технологии. Ну а объяснять возможности современной визуализации, пожалуй, нет необходимости.

В настоящий момент в мире существует около 300 СЦ, используемых правительствами различных стран, а также руководителями крупных корпораций. Так, президента США обслуживают четыре СЦ. Несколько десятков СЦ существуют в Европе, а в одной Норвегии их десять. Один из самых технически оснащённых СЦ находится в распоряжении правительства Германии и служит для углублённого анализа социальных, экономических и политических проблем.

В России одним из первых прообразов СЦ стал оперативный штаб по ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы в 1986 г. На основе отработанных в нём решений был создан СЦ руководства Министерства по чрезвычайным ситуациям. Он обеспечивает визуализацию текущего и прогнозируемого состояния анализируемой ситуации, показывая, какие имеются силы, средства, какие предлагаются рекомендации. На основе всей этой информации принимаются решения, которые с помощью имеющихся средств доводятся до спасателей.

СЦ был создан в 1994 г. в Совете безопасности при президенте РФ. Он позволяет осуществлять мониторинг, моделирование последствий, анализ событий, которые происходят в экономике, социальной сфере, в области национальной безопасности, помогая таким образом вырабатывать решения. В феврале 1996 г. был введён в строй СЦ в резиденции президента. В 1998 г. создан Ситуационно-кризисный центр (СКЦ) Минатома России. Пожалуй, самым известным у наших граждан является регулярно появляющийся на ТВ-экранах Национальный центр управления обороной РФ (НЦУ), предназначенный для обеспечения централизованного боевого управления Вооружёнными Силами РФ, обеспечения управления повседневной деятельностью ВВС и ВМФ, а также сбора, обобщения и анализа информации по военно-политической обстановке в мире на стратегических направлениях и по общественно-политической обстановке в РФ в мирное и военное время.

Интерес к СЦ растёт вместе с потенциальной пользой, которую можно извлечь с их помощью. Сегодня достигли определённого совершенства интеллектуальные информационные технологии, методы ситуационного и когнитивного анализа, имитационного моделирования. С другой стороны, постоянно развивается сетевая инфраструктура. К примеру, развитие так называемого Интернета вещей может серьёзно углубить и расширить поток данных, собираемых в СЦ, что позволит улучшить объективность и соответственно качество принимаемых решений.

СЦ систематизируют по многим признакам, по составу систем ситуационного моделирования, по масштабу, по размещению, по степени детерминированности решаемых задач, по целевой направленности, по способу отображения ситуационной информации, по универсальности и пр. К примеру, в части размещения сегодня появились виртуальные облачные СЦ, что вполне в духе времени.

Обобщённое описание какой-либо системы с помощью ситуаций называется ситуационной моделью. Сегодня логично говорить уже не просто о СЦ, а о ситуационно-аналитических центрах,

интеллектуальным ядром которых является комплекс следующих взаимосвязанных моделей:

— динамическая модель социально-технического или природного образования, решающего задачу собственного выживания и развития в окружающей его социальной и природной среде и способного не только адаптироваться к требованиям внешней среды, но и целенаправленно воздействовать на неё;

— индикаторные модели критериального пространства, с которым взаимодействуют через свои входные и выходные информационные потоки все остальные модели ситуационного центра;

— модели выявления проблемных ситуаций, раннего предупреждения и разработки мероприятий по их парированию и ликвидации негативных последствий;

— информационные модели объектов управления на основе интерактивных баз знаний, которые представляются в ориентированном на руководителя виде и позволяют моделировать ситуацию, вырабатывать и представлять варианты оперативных решений и протоколов их разработки, осуществлять доведение принятых документов до руководителей и исполнителей, участвующих в решении конкретной проблемы, а также осуществлять текущий контроль за ходом выполнения программ;

— модель гибкого социально-экономического мониторинга, способного адаптироваться к динамике развития проблемной ситуации;

— модель управления психической и физической активностью населения, способная оперативно представлять поведение людей, в зависимости от сложившейся ситуации, с учётом их психофизиологических особенностей.

Современные СЦ включают в себя потоковую обработку разнородных данных и выявление событий в режиме реального времени, а также "моментальный" анализ на основе динамично поступающих данных из различных внешних и внутренних источников. Сегодня в СЦ появляется система искусственного интеллекта для поддержки принятия долгосрочных и оперативных решений различного уровня на основе многосторонней стратегической компьютерной информации. Кстати, многочисленные упоминания аналитической работы в СЦ всё же подразумевают работу большого количества "живых" экспертов и аналитиков, а не исключительно вооружённую какими-то моделями систему ИИ, которую ещё надо чему-то научить. Причём оценке очень многих событий, происходящих в мире людей, научить ИИ пока не удаётся, поэтому при СЦ всегда работают аналитики высокого класса. Помещения СЦ традиционно разделяются на несколько основных зон: зал, в котором проходят совещания лиц, принимающих решения, и приглашённых экспертов; аналитические центры; операторские комнаты.

Что же касается такой важной части любого современного СЦ, как СППР, то они тоже имеют различную сложность в зависимости от задач. Самые простые — аналоги аварийной индикации по превышению в регионе порога чего-либо, например, преступности или загрязнённости. Самые сложные — подсказывающие, в зависимости от ситуации, несколько вариантов действий и соответствующие последствия этих действий. Помимо использования ИИ, последнее не обходится без использования таких технологий, как Big Data или BI (бизнес-аналитика).

Сможет ли ИИ превратить когда-нибудь СППР в универсальный инструмент управления человечеством? Это вряд ли. Потому как писали братья Стругацкие, "разум есть способность живого существа совершать нецелесообразные или неестественные поступки". В отличие от человека, машина их не поймёт...

По материалам ***cnews.ru, vestnik-sviazy.ru, mos.ru, ta.interrussoft. com, pcweek.ru, elport.ru, inavate.ru, polymedia.ru, geos-inform.com, cfin.ru***

Главные инженеры

С. МИШЕНКОВ, д-р техн. наук, г. Москва

О главных инженерах, в основном предприятий связи, рассказывает доктор технических наук, профессор Сергей Львович Мишенков, который в конце 80-х — начале 90-х годов прошлого века работал в должности главного инженера Московской городской радиотрансляционной сети (МГРС).

Сегодня редко встретишь в штатном расписании предприятия должность главного инженера, всё больше — технические директоры, наравне с другими директорами, в лучшем случае, заместители генерального директора. Особенно смешно звучит должность, например, директора по кадрам на предприятии, в котором работают шесть человек.

Как-то руководитель моего предприятия попросил составить перечень обязанностей главного инженера в моём понимании. Пришлось задуматься и вспомнить главных инженеров различных предприятий, с которыми мне довелось работать или просто встречаться, вспомнить свои шаги в этой должности. В качестве примеров далее упомянуты некоторые из руководителей подотрасли массовых коммуникаций, с которыми я работал.

Оказалось, что ранее (до института) я встречался с очень многими главными инженерами (родственниками или знакомыми). В вузе же многие преподаватели были главными инженерами до перехода в институт или преподающими без отрыва от производства, затем — работа, в том числе главным инженером МГРС — большого предприятия связи. Вспоминая их, попытаюсь сформулировать особенности работы и, следовательно, их черты характера.

Главный инженер обязан знать всё, что касается техники на своём предприятии, не хуже инженера, техника и рабочего на каждом участке. Он должен помочь в решении любой технической проблемы, которую затрудняется решить конкретный специалист.

Проблемы, мелкие и крупные затруднения возникают всегда, и смею уверить, что любая работа является творчеством (не только сочинение стихов или игра на сцене, как это представляют себе служители "творческих" профессий). Главный инженер должен прийти на помощь при любом затруднении в выполнении заданий, возникающем у его подчинённых, он должен быть способен найти решение любой проблемы, естественно, что к нему обращаются только для решения самых сложных задач, и его преимущество перед остальными в том, что он знает всю технику и технологию предприятия.

Говорят: "Нельзя объять необъятное". Можно, если чётко представлять объёмы и глубину познаний, необходимые в каждом разделе, но это требует огромного повседневного труда и любознательности. Чтобы стать системщиком (в отрасли связи говорят "сетевиком"), необходимо культивировать в себе постоянную способность и желание получить и обобщить информацию, подсознательно распределить по самостоятельно выработанным категориям полезность и выделить необходимую в данный момент.

Сергей Львович Мишенков.

Человеческие возможности по скорости восприятия и осмысления информации ограничены, поэтому в зависимости от специализации предприятия, его объёма, количества оказываемых

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2018

им услуг, технических и технологических цепочек зависит возраст главных инженеров. Моложе 26...30 лет на небольших предприятиях встретить нельзя, главными инженерами крупных комбинатов становились специалисты, прошедшие длинный профессиональный путь.

Например, один из главных инженеров Воткинского машиностроительного завода (был огромный машиностроительный комбинат, производивший гражданскую продукцию: локомобили, паровозы, станки с ЧПУ, атомные реакторы) Л. С. Мишенков после окончания института прошёл путь — инженер, старший инженер, начальник лаборатории сварки, начальник центральной заводской лаборатории, главный технолог, главный металлург (на комбинате, со времён Демидовых, была своя домна, а также сталеплавильные конвертеры, листопрокатный стан) и, наконец, главный инженер. До сих пор помню, как он уже в возрасте старше 70 лет любил вспоминать в беседе латинские пословицы, а на мой вопрос: "Откуда всё знаешь? Как перевести?", отвечал: "Я окончил классическую гимназию". Помню, как он посвящал меня, мальчишку, в теорию допусков и посадок, классы точности. Всё это пригодилось мне через 50 лет для принятия срочного решения на Всемирной выставке связи в Женеве. Пройти такой профессиональный путь за 30 лет невозможно.

Могут возразить, что особенно в тридцатые годы назначались главными инженерами молодые специалисты. Да, но в основном во вновь организуемые, узкопрофильные предприятия, которые создавались в дальнейшем ими же. Таковы судьбы у главных инженеров Московской городской радиотрансляционной сети (МГРС) И. А. Шамшина и Московской городской телефонной сети (МГТС) Б. И. Матюша.

Иван Александрович Шамшин проработал главным инженером МГРС 50 лет, параллельно около десяти лет — начальником управления радиофикации Наркомата, затем Министерства связи СССР. Его слова: "Главный человек на техническом предприятии — главный инженер". Да, его кабинет был на пять квадратных метров больше кабинета начальника, в штатном расписании МГРС квадратик "Главный инженер" был справа, несколько выше квадратика "Директор" и заместители директора безоговорочно подчинялись главному инженеру. Он не узурпировал власть директора, а помогал ему управлять предприятием, присутствуя на директорских совещаниях, только тактично советовал, тогда как на своих совещаниях чётко и твёрдо проводил свою линию.

Все сотрудники МГРС уважали Ивана Александровича, побаивались его, он часто находил упущения в работе подчинённых и добивался их устранения, но никогда никого не выгнал с работы. Помню слова заведующего автобазой МГРС, распекающего подчинённых на своём оперативном совещании: "Тысячу раз говорил — первыми должны выйти машины аварийщиков и главного инженера". Несмотря на возраст, он всегда участвовал в оперативном устранении последствий крупных аварий или

Иван Александрович Шамшин.

Исаак Евсеевич Горон.

пусках новых объектов. Многолетняя практика, знание техники, а главное, людей помогали ему оперативно быть в курсе всех событий.

Главная цель его была воспитать подчинённых. Докладываю ему об устранении аварии на линейных сооружениях, а он, уже зная результаты по своим каналам: "Вся МГРС знает, что Мишенков вылез на крышу, но ты это делай не чаще раз в полгода, ошибка в том, что полез сам, а должен был сначала погнать подчинённого, а потом проверить". Обычно к вечеру вызывает: "Писать будем". Он диктует, я записываю, но к концу первой недели я уже обязан знать, кому и о чём будем писать, а через месяц он уже контролирует и поправляет шаги в этом направлении. Докладываю о результатах совещания в министерстве, а он: "Ты сидел и болтал с Логиновым (главный инженер радиоглавка)". — ??? — "Поживёшь с моё, будешь знать людей".

Иван Александрович разработал и применял своеобразный метод контроля всех подразделений предприятия. В течение месяца он пропускал через себя абсолютно всю переписку одного из заместителей директора, вникая во все тонкости, в следующем месяце другого... Передавая мне дела, напомнил: "Следующий — Долгов". — "Знаю". — "Подсмотрел график?" — "Нет, вычислил". Мы — замы — лезли на стенку, но польза была большая.

За пятьдесят лет своего управления Иван Александрович практически создал МГРС. Лично или под его руководством была разработана система радиофикации большого города, система массового оповещения, и не только по радиофикации. Например, в МГРС впервые в СССР была построена опытная система кабельного телевидения (1939 г.), создана опытная междугородная система подачи сигналов телевидения (Москва — Калинин, 1947 г.), спроектированы и построены мощные (20 кВ·А) низкочастотные усилители на лампах с воздушным охлаждением (в 1942 г. мощные генераторные лампы переведены с водяного охлаждения на воздушное), массово внедрялось трёхпрограммное проводное вещание и проводились эксперименты с

Владимир Аркадьевич Нюренберг.

6—9-программным вещанием, разрабатывались новые звукопередвижки, маломощные сельские радиоузлы и налаживалось их производство в Чехословакии.

Список можно продолжать бесконечно, но самое главное, был сформирован коллектив единомышленников, готовый творчески выполнять любые задачи. Основное в его обучении: обнаружив какие-то препятствия, не останавливаться, а искать способы их устранения. Помню: внедрение какого-то новшества противоречит инструкции. Выслушав мой доклад, перелистывает календарь: "За десять дней разработать новую инструкцию и согласовать в министерстве". Мне очень повезло быть выбранным им для продолжения его дела и работы в коллективе МГРС.

Вся литература, поступающая в МГРС, проходила через стол главного инженера и находила своего специалиста с резолюцией: "А как у нас? Ваши мысли о применении в МГРС". После проверок через некоторое время практически весь инженерный состав и многие думающие монтёры стали негласно соревноваться — кто больше найдёт улучшений в своей работе, в оборудовании, в 1990—1991 гг. подавалось более 700 рацпредложений в год.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Сергей Васильевич Новаковский.

Александр Михайлович Варбанский.

Владимир Григорьевич Маковеев.

Специфика работы главного инженера всегда тесно связана с образованием подчинённых, желанием повысить их профессиональный уровень, поэтому в биографиях всех главных инженеров большой объём занимает педагогическая работа не только на предприятиях, но и в техникумах, институтах. Мои главные профессиональные учителя в институте и аспирантуре по радиовещанию — И. Е. Горон и В. А. Нюренберг — начинали радиовещание в России.

Профессор Исаак Евсеевич Горон разработал основные принципы междугородной передачи сигналов звукового вещания, построил централизованную систему управления и передачи сигналов звукового вещания в нашей стране (разработал систему сквозной сигнализации, первую в мире коммутационно-распределительную аппаратную сигналов звукового вещания с обтеканием постоянным током контактов реле для устранения нелинейности контактов), руководил проектированием и строительством Государственного дома радиовещания и звукозаписи и Всесоюзного научно-исследовательского института звукозаписи и был их главным инженером. Исаак Евсеевич — д-р техн. наук, известен как учёный, основоположник магнитной записи в СССР. В 1932 г. он основал кафедру радиовещания в МЭИСе (был её заведующим и активно работал профессором на ней до своей смерти), автор классических учебников по радиовещанию. Каждый общавшийся с ним вспоминал его энциклопедичность — умение объяснить любое явление в звуковом вещании. Поражало знание практических проявлений явлений: "Усилители на пентодах скрипят", "Низы в американских системах звукоусиления воспринимаются животом".

Доцент Владимир Аркадьевич Нюренберг — канд. техн. наук, специализировался на сетях проводного и радиовещания, массового оповещения, был главным инженером Московской радиовещательной дирекции, главным инженером организации, проектировавшей слаботочную часть Дворца Советов, был первым преподавателем кафедры радиовещания МЭИСа. Отличало Владимира Аркадьевича стремление к разработке и внедрению в эксплуатацию нового оборудования, он получал истинное удовольствие от завершения настройки

Владимир Борисович Булгак.

новых устройств, улучшающих звучание советских передач. Владимир Аркадьевич разработал и воплотил в жизнь систему всеобъемлющего автоматического контроля качества работы радиовещательных трактов. Он написал много статей и книг по радиовещательному оборудованию и первый в СССР учебник по оборудованию систем радиовещания.

Почти аналогичны пути главных инженеров московского телецентра: профессор С. В. Новаковский — д-р техн. наук, перед Великой Отечественной войной построил и начал регулярную эксплуатацию на Московском телецентре электронной системы с развёрткой на 441 строку и инициировал переход на стандарт 625 строк, автор множества книг по телевидению, основоположник разработки и внедрения в СССР цветного телевидения; А. М. Варбанский — канд. техн. наук, разработавший и внедривший первые телевизионные передвижки, автор статей и книг по построению и эксплуатации телевизионных трактов, главный инженер, а затем начальник радиоглавка Минсвязи СССР, интеллигентнейший человек, решавший при необходимости сложнейшие дипломатические задачи (организация постоянно действующей линии связи между руководством СССР и США); профессор В. Г. Маковеев — канд. техн. наук, главный инженер, построивший Останкинский телевизионный центр, директор ВНИИТР, зам. зав. отдела ЦК КПСС, зам. председателя Комитета кинематографии, зам. председателя Радиокомитета по технике, разработавший теорию больших телевизионных систем, автор множества статей по тематике телевизионного и звукового вещания. Все они до последних дней преподавали в МЭИСе и ВЗЭИСе.

Настоящий преподаватель должен быть профессионалом по преподаваемому предмету или хотя бы по какой-то его части. Как говорил профессор МЭИС, академик А. А. Харкевич: "Преподаватель обязан заниматься научной деятельностью". Наука эксплуатации не менее, а часто более сложная, чем другие разделы науки.

Главные инженеры предприятий считались первыми заместителями начальников предприятий, заменяли их при отсутствии или после ухода начальников. Таким образом, достигалась наивысшая степень подготовки топ-менеджеров, обеспечивающая подробное знание всех технических аспектов деятельности предприятия.

Дальнейший рост главных инженеров предприятий, кроме преподавания, зачастую происходил в вышестоящих органах (Министерство связи, Совет министров, МК и ЦК КПСС), где они возглавляли управления, становились заместителями министра, министрами.

Показателен путь В. Б. Булгака. Владимир Борисович — д-р экон. наук, канд. техн. наук, главный инженер Технического центра радио и телевизионного обслуживания МГРС, начальник МГРС, начальник финансового управления Минсвязи СССР, министр связи России, вице-премьер России в Правительствах двух созывов.

Связисты помнят, что под руководством Владимира Борисовича отрасль совершила гигантский скачок в развитии всех услуг, в основном за счёт привлечения негосударственных средств. По зарплате отрасль поднялась до третьего места с 72-го. В самые тяжёлые девяностые годы продолжалось развитие отраслевой науки, причём за счёт средств операторов связи. Талант В. Б. Булгака — организатора опирается на глубокие технические и экономические знания, которые он непрерывно расширяет и углубляет.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2018

В Министерстве связи существовал порядок, по которому в аппарат принимались люди, проработавшие минимум пять лет на эксплуатации или в исследовательских институтах. Особенно много привлекалось кадров из Сибири и Приморья — работа там отличалась большей самостоятельностью в принятии решений, отбивала стремление к многочисленным бумажным согласованиям, требовала высокого профессионализма.

Главный инженер МДРСВ (Московская дирекция радиосвязи и радиовещания) Комир Васильевич Иванов — канд. техн. наук, глубокий знаток техники военной и гражданской радиосвязи, сверхмощных радиопередатчиков, электросвязи в целом. Один из первых обратил внимание на необходимость нормирования экологических параметров оборудования как по воздействию на население, так и на обслуживающий персонал. После МДРСВ руководил ГИЭ (Государственная инспекция электросвязи) — предшественник современного Россвязьнадзора. При работе над диссертацией, без отрыва от основной работы (по субботам), лично провёл статистические исследования вредных факторов, включая акустические воздействия, разработал ныне действующие нормы и ГОСТы.

Оперативная работа требовала быстро принимать решения по всем вопросам лично руководителями. Опирались на обсуждения на регулярно проводимых коллегиях и заседаниях научно-технического совета отрасли, которые, вовлекая в процесс решений руководителей и наиболее мыслящих, грамотных (обязательно главные инженеры больших предприятий) работников, создавали коллегиальность управления отраслью и, в свою очередь, непрерывно поддерживали технический и управленческий уровень всех сотрудников.

Главные инженеры предприятий возглавляли техническую политику предприятий, работу научно-технических советов предприятий, отвечали за техническое развитие, разрабатывали генеральную схему развития предприятия, отвечали за её выполнение, за профессиональную подготовку кадров. Участвовали вместе с руководителем предприятий в разработке экономической политики и в её выполнении. Бытует мнение, что во времена СССР всё определялось сверху, это неправильно — были, как и сейчас, очерчены границы самостоятельности.

Особой была ответственность главных инженеров за соблюдение техники безопасности работы всего персонала предприятий. Даже выполнение всех принятых в отрасли правил не освобождало от уголовной ответственности, если при несчастном случае обнаруживалась их недостаточность для конкретного предприятия.

Анализируя пройденный отраслью связи Советского Союза путь, можно утверждать, что развитие связи соответствовало развитию отраслей народного хозяйства, их управлению и выделяемым средствам, при этом практически всё оборудование производилось в социалистическом лагере, полностью отвечало, а зачастую и превышало международный уровень.

Научные исследования в области связи и начало их внедрения опережали мировые на 2—4 года: особенно в принципах космической связи (первая в мире телевизионная космическая система "Орбита"); передачи данных (пакетная система цифровой связи по кабельным и радиорелейным системам связи, включая тропосферную, обеспечивающая работу систем ПРО и ПКО); в построении элитарной системы связи "Искра" и системы мобильной связи "Алтай" (для организации управления народным хозяйством). Список бесконечен и во многом определялся в зарождении и внедрении всех новшеств на предприятиях связи корпусом главных инженеров.

Требуемый для повседневной работы огромный объём разносторонних профессиональных знаний, умение их приложения на практике и умение управлять коллективами отличают этих людей. Они легко узнают друг друга, уважают друг друга, охотно объединяются для решения новых задач.

Мой учитель Владимир Аркадьевич Нюренберг, похвалив за какой-то эксперимент, сказал: "Вы будете хорошим главным инженером". По молодости глубина этой похвалы была не очень понятна. Прошло время, при работе с молодыми специалистами, исследователями хочется пожелать им стать Главными инженерами — основными творческими работниками любой отрасли.

Стереозапись с всенаправленными микрофонами

К. ФИЛАТОВ, г. Таганрог

Автор предлагает способ улучшения записи стереофонических фонограмм, осуществляемой малогабаритным рекордером с малой базой расположения стереомикрофонов. С этой целью он использовал акустический экран небольших размеров. Его исследования показали, что в этом случае достигается существенное расширение полосы частот, на которых проявляется стереоэффект.

В статье [1] был предложен стереомикрофон по системе XY, собранный из кардиоидных электретных капсюлей — приёмников градиента давления.

Всенаправленные (т. е. ненаправленные) микрофоны (приёмники давления) имеют ряд преимуществ по сравнению с приёмниками градиента давления: отсутствие спада частотной характеристики чувствительности (ЧХЧ) в области НЧ вплоть до единиц герц, отсутствие эффекта ближней зоны (proximity эффект — подъём ЧХЧ микрофона ниже 200...400 Гц, доходящий до 20 дБ) и высокую чувствительность. По этим причинам профессиональные звукорежиссёры используют всенаправленные микрофоны в микрофонных системах *бинауральная стереофония, AB, Decca Tree* и *Jecklin disk* для записи больших оркестров и хоров в качестве главного микрофона [2].

Если первая из перечисленных систем требует прослушивания в головных телефонах, то остальные рассчитаны на применение пары громкоговорителей. Системы *AB* и *Decca Tree* относятся к разнесённым в пространстве (на 1...5 м) микрофонным системам, а *Jecklin disk* — к экранированным (довольно компактным).

Экранированные микрофонные системы предложил Alan Blumlein в патенте 1931 г. Два рядом расположенных ненаправленных микрофона разделяются звукопоглощающим экраном, который улучшает разделение каналов. В начале 80-х годов швейцарский радиоинженер Jürg Jecklin предложил свой вариант такого экрана в виде звукопоглощающего диска диаметром 30 см и толщиной 2 см, который размещён между двумя всенаправленными микрофонами, отстоящими друг от друга на 16,5 см. Позднее автор увеличил диаметр диска до 35 см и расстояние между микрофонами до 36 см [3].

Следует отметить, что микрофонная система *Jecklin disk* исследована недостаточно; как правило, излагаются субъективные впечатления от той или иной записи. Сравнительно недавно появилась статья [4], в которой построена модель распространения звука вблизи диска. Однако сложность решения дифференциального уравнения позволила авторам определить величину отклика микрофона, в зависимости от его расстояния до диска, лишь на одной единственной частоте — 3 кГц с шагом 10 см, слишком большим для этой частоты.

Давно установлено, что стереофонический эффект обусловлен в основном двумя независимыми факторами — интенсивностной разностью и временной задержкой между сигналами стереоканала [5].

Эти факторы проявляют себя в разных интервалах частот по-разному. На частотах ниже 120 Гц человек не в состоянии определить направление на источник звука, так как интенсивности сигналов на обоих ушах одинаковы из-за явления дифракции, а разность фаз сигналов на ушах, вызванная разным временем прихода, слишком мала для её оценки человеком.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

При повышении частоты звукового сигнала от 120 до 700 Гц длина волны уменьшается, и человек получает возможность определять угловое направление на источник звука благодаря временно́й задержке между сигналами, приходящими к ушам. При равной интенсивности сигналов на ушах достаточно опережения одного из сигналов всего на 1,5...2 мс, чтобы человек определил направление на источник *опережающего* звукового сигнала.

На частотах выше 5000 Гц длина волны становится менее 7 см, и интен-

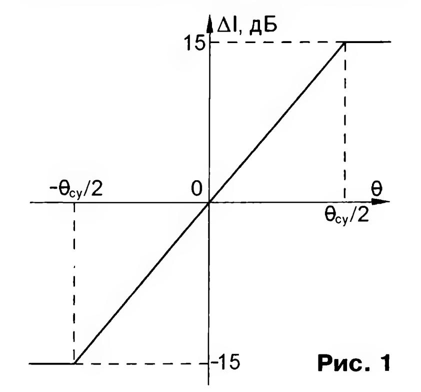


Рис. 1

сивность сигналов на обоих ушах различна уже из-за экранирующего действия головы. Достаточно перепада на 15 дБ, чтобы человек определил направление на более громкий сигнал.

Экспериментально доказано, что в полосе частот 700...5000 Гц действуют оба фактора азимутальной локализации [5].

В настоящей статье представлены результаты работы по оценке объективных параметров: интенсивностной и временно́й разностей для микрофонных систем *Jecklin disk*.

Теоретические основы стереофонии. Обозначим стереоугол (угловой сектор, в пределах которого расположены источники звука) как $\theta_{с.у}$. Тогда для интенсивностной стереофонии идеализированная зависимость интенсивностной разности в стереосигнале в функции угла θ расположения источника звука будет иметь вид, показанный на **рис. 1**.

Таким образом, для перемещения кажущегося источника звука (КИЗ) в крайние точки звуковой картины слушателя достаточно перепада уровней звукового давления в стереосигнале на ±15 дБ.

Для временно́й стереофонии идеализированная зависимость временно́й разности между сигналами стереоканала может быть аппроксимирована зависимостью, изображённой на **рис. 2**.

Для перемещения КИЗ в крайние точки звуковой картины слушателя при равных уровнях сигналов каналов необходима их относительная задержка всего на ±1,5 мс.

Ввиду независимости интенсивностного и временно́го факторов азимутальной локализации введён коэффициент их эквивалентности, равный 10 дБ/мс для синфазных источников [5]. Например, чтобы сместить КИЗ от центра звуковой картины, можно уменьшить сигнал одного из каналов на 5 дБ либо задержать его на 0,5 мс, не меняя уровня.

Изложенные свойства позволяют создать микрофонную систему, в которой *одновременно* используются оба фактора азимутальной локализации. Например, можно ограничить изменение интенсивностной разности значениями ±7,5 дБ, одновременно обеспечив изменение временно́й разности каналов в пределах ±0,75 мс. И такие микрофонные системы, построенные на основе направленных (кардиоидных) микрофонов, давно используются на прак-

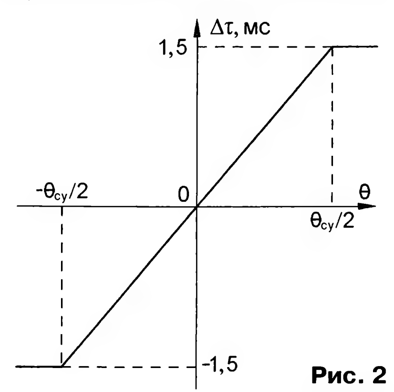


Рис. 2

тике: *ORTF, DIN, NOS-stereo* и ряд других, естественно, при различном процентном содержании интенсивностного и временно́го факторов [2].

Объекты исследования

Оценивались интенсивностная и временна́я разности для следующих типов микрофонных систем:

а) стандартный *Jecklin disk* (далее диск Джеклина) диаметром 30 см, из фанеры толщиной 8 мм, оклеенный с двух сторон синтетическим войлоком толщиной 9 мм. Диск размещён между двумя всенаправленными однодюймовыми микрофонами МК101Ф [6], отстоящими друг от друга на 16,5 см в центре диска и развёрнутыми на ±20 град. относительно линии диска (**рис. 3**). Микрофоны подключали к ПК для записи через двухканальный микрофонный предусилитель с фантомным питанием [7];

б) портативный цифровой рекордер Tascam DR-05 с всенаправленными микрофонами, расположенными на расстоянии 50 мм друг от друга под углами ±58 град. относительно продольной оси симметрии корпуса рекордера (**рис. 4**);

в) цифровой рекордер DR-05, вставленный в центр диска Джеклина (**рис. 5**).

Методика исследования

Испытания проводились в жилой частично заглушенной комнате (ковёр на полу и на стене сзади микрофонной системы, плотные шторы на окне) площадью 17,12 м². В качестве излучателя звука применена акустическая система

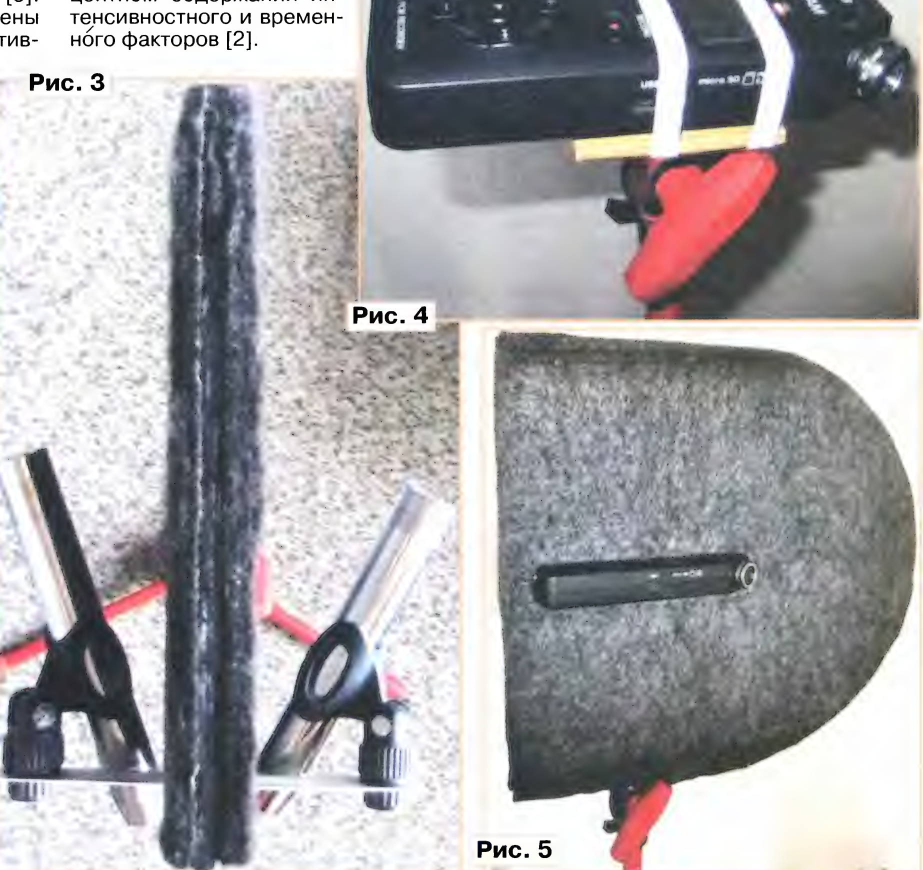


Рис. 3

Рис. 4

Рис. 5

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Fisher F2, расположенная на высоте 185 см от пола и установленная в отсек мебельной стенки, заподлицо с последней. Микрофонные системы были закреплены на микрофонной стойке, которую вручную поворачивали в диапазоне углов ±90 град. относительно направления на излучатель с шагом 15 град. Расстояние от излучателя до микрофонов выбрано равным 1 м.

В качестве испытательного сигнала для оценки интенсивностной разности сигналов использовался "розовый" шумовой сигнал, который уменьшает явления интерференции при измерениях и является признанной моделью симфонической музыки. Частота дискретизации в ПК выбрана 48 кГц. "Розовый" шум сформирован программно в звуковом редакторе Adobe Audition и ограничен полосой частот 200...18000 Гц НЧ- и ВЧ-фильтрами scientific (high pass, low pass) пятого порядка. Использовался усилитель Fisher TA-3000, громкость тестового сигнала выбрана такой, чтобы превысить внешние акустические помехи на 20...30 дБ.

Для каждого углового положения надиктовано значение угла и записана реализация длительностью 5...7 с. Далее полученные записи для всех фиксированных положений углов поочерёдно фильтровали через третьоктавные фильтры с центральными частотами 250, 800 Гц, 2,5; 5; 10 и 15 кГц. Ниже 200 Гц исследования не проводились ввиду плохой способности человека к азимутальной локализации.

Далее для каждого углового положения в программе *Adobe Audition* выделены оба канала записи и определена интенсивностная разность в децибелах по алгоритму Analyze→Statistics→Average RMS Power→Left(dB) – Right(dB).

В качестве испытательного сигнала для оценки временно́й задержки сигналов использован многочастотный равно-амплитудный сигнал 125+500+1000+ +4000+16000 Гц. Этот сигнал также сформирован в программе *Adobe Audition*. Частота дискретизации в ПК выбрана 48 кГц. Запись производили для каждого углового положения микрофонной системы с дискретностью 15 град.

Из записанного сигнала выделяли колебания с нужной частотой (использовали первые три частоты) посредством последовательного применения в обоих каналах одинаковых третьоктавных фильтров, и средствами *Adobe Audition* измерено опережение (или запаздывание) одного сигнала относительно другого.

Частотные характеристики чувствительности (ЧХЧ) микрофонов рекордера DR-05 измерены в безэховой камере ООО "САУНД" на скользящем тоне в полосе частот 20...20000 Гц в автоматическом режиме.

Результаты исследования

1. Измеренные зависимости интенсивностной разности в диапазоне углов ±60 град. для микрофонной системы со стандартным диском Джеклина приведены на **рис. 6**,а для частот 250 Гц (красная линия), 2500 Гц (оранжевая), 10 кГц (зелёная) и 15 кГц (синяя). На рис. 6,г показана временна́я разность для частоты 125 Гц (синяя кривая). Следует заметить, что временна́я разность

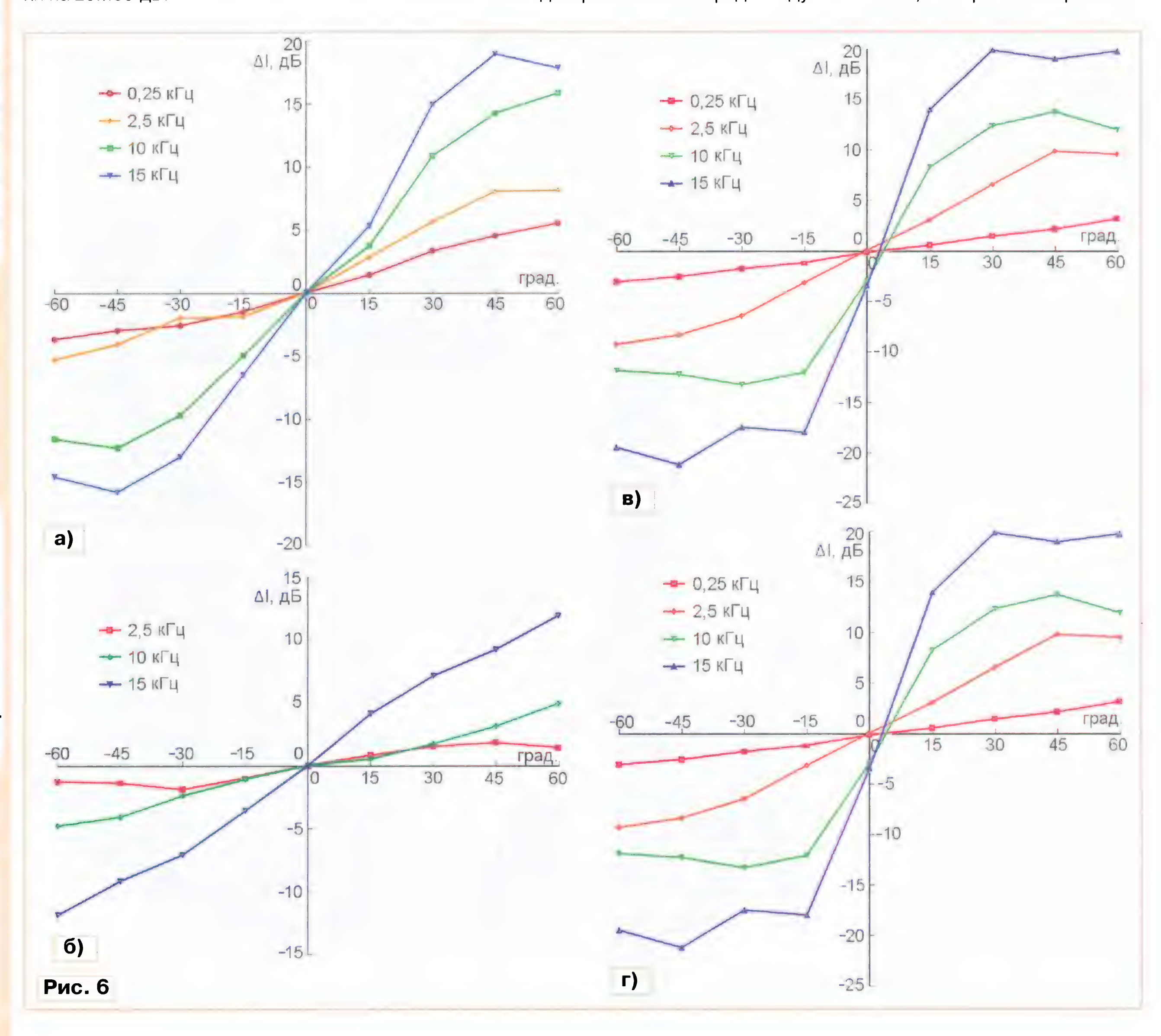


Рис. 6

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

для частот 500 и 1000 Гц близка к приведённой и поэтому не отображена.

На частоте 250 Гц интенсивностная разность изменяется в интервале −3,7...+5,5 дБ, а задержка — в пределах −0,52...+0,44 мс, т. е. здесь используются оба фактора азимутальной локализации. С учётом коэффициента эквивалентности интенсивностные разности находятся в интервале −8,9...+9,9 дБ,

3. Интенсивностные разности для цифрового рекордера DR-05, вставленного в центр диска Джеклина, приведены на рис. 6,в для частот 250 Гц, 2,5; 10 и 15 кГц с той же цветовой кодировкой. На рис. 6,г показаны временны́е разности для частоты 125 Гц (зелёная кривая).

На частоте 250 Гц интенсивностная разность изменяется в интервале ±3,1 дБ, а временна́я разность — в пределах −0,34...+0,33 мс. С учётом коэффициента эквивалентности диапазон интенсивностных разностей составляет −6,5...+6,4 дБ, на частоте 2500 Гц он шире — −12,7...+12,8 дБ. На частоте 15 кГц интенсивностные разности возрастают до −19,5...+19,7 дБ, что позволит ощутить заметный стереоэффект в большей части полосы звуковых частот. Таким образом, добавление диска Джеклина к портативному цифровому рекордеру Tascam DR-05 обеспечит реальную стереозапись.

Были измерены ЧХЧ обоих микрофонов рекордера (включая каналы записи) по свободному полю. ЧХЧ левого канала показана на **рис. 7**.

ЧХЧ правого канала отличается от приведённой не более чем на 1 дБ. Подъём ЧХЧ на частоте 10 кГц на 6 дБ свидетельствует, что микрофоны рекордера калиброваны по диффузному полю. Автор микрофонной системы Jürg Jecklin предполагал использование малогабаритных приёмников давления, калиброванных именно по диффузному полю [3]. Следует отметить высокое качество электронной части рекордера: АЧХ на уровне −3 дБ, измеренная с линейного входа, имеет рабочую полосу в интервале 6 Гц...23 кГц при частоте дискретизации 48 кГц, при этом коэффициент гармоник — менее 0,006 %.

Практическое использование любой из микрофонных систем предполагает знание о том, как изменяется интегральный уровень стереозаписи в зависимости от углового положения источника звука, при неизменном расстоянии до стереомикрофона (предполагается, что исполнители расположены по дуге относительно микрофона). На **рис. 8** показаны осциллограммы сигналов обоих каналов стереозаписи "розового" шума при повороте микрофонной системы со стандартным диском Джеклина в интервале углов −90...+90 град. с шагом 15 град. Видно, что уровни сигналов заметно изменяются.

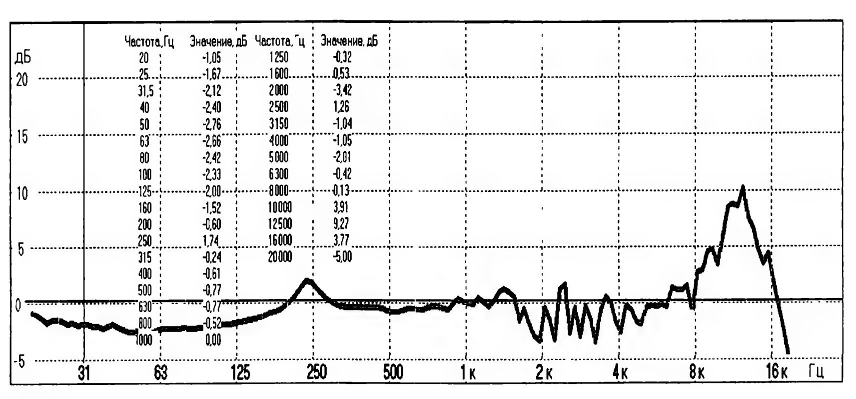


Рис. 7

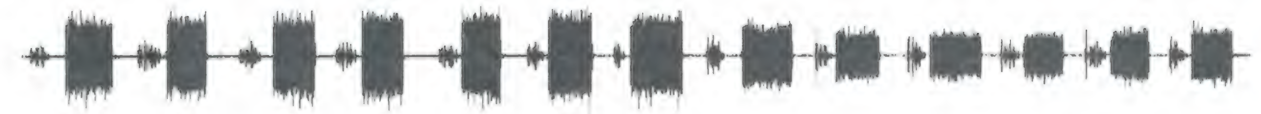


Рис. 8

что несколько меньше требуемых ±15 дБ, однако с повышением частоты интенсивностные разности на частоте 15 кГц увеличиваются до −14,6...+17,8 дБ, что обеспечивает приемлемый стереоэффект.

2. Интенсивностные разности для портативного цифрового рекордера Tascam DR-05 приведены на рис. 6,б для частот 2,5; 10 и 15 кГц с той же цветовой кодировкой. На рис. 6,г показаны временны́е разности для частоты 125 Гц (красная кривая).

На частоте 2,5 кГц интенсивностная разность изменяется в интервале −1,3...+1,4 дБ, а временна́я разность — в пределах −0,16...+0,11 мс. С учётом коэффициента эквивалентности интервал интенсивностных разностей составляет всего −2,9...+2,5 дБ, что значительно меньше требуемых ±15 дБ. Лишь на частоте 15 кГц интервал интенсивностных разностей возрастает до ±11,9 дБ. Таким образом, рекордер DR-05 при наличии двух всенаправленных микрофонов, расположенных на расстоянии 50 мм, и двух каналов записи выполняет фактически монозапись, в которой стереоэффект проявляется лишь в верхней части полосы звуковых частот.

Интегральный отклик обоих каналов стереозаписи определяется как корень квадратный из суммы квадратов выходных сигналов микрофонов. В **таблице** приведены нормированные к максимальным значениям интегральные уровни сигналов *I*, измеренные на "розовом" шуме средствами звукового редактора *Adobe Audition*, для исследованных микрофонных систем в раскрыве угла −60...+60 град.

θ, град.	−60	−45	−30	−15	0	15	30	45	60
Диск Джеклина, *I*, дБ	−1,7	−1,6	−1,3	−1	0	−0,2	−0,2	−0,4	−0,9
DR-05, *I*, дБ	−1	0	−0,4	−1,1	−1,5	−1,3	−0,6	−0,1	−0,3
Диск Джеклина + DR-05, *I*, дБ	−0,1	0	−1,2	−1,4	−4,9	−2,4	−0,5	−0,1	−0,6

В фонограмме, записанной цифровым рекордером DR-05, вставленным в центр диска Джеклина, наблюдается "провал" в центре звуковой панорамы на 4,9 дБ, что соответствует выводам работы [4] и должно учитываться в процессе стереозаписи. Можно ближе расположить солиста или добавить центральный микрофон, как в микрофонной системе *3АВ*.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

На **рис. 9** приведён эскиз диска Джеклина, который использовался в экспериментах. Левый край диска имеет возможность монтажа на нём двух откидывающихся на петлях экранов такой же формы и размера (естественно, без прямоугольных отверстий) для образования тылового акустического экрана. Дело в том, что всенаправленные микрофоны принимают звуки со всех направлений, в том числе и тылового, что нежелательно при записи на концертах.

Детали диска изготовлены из фанеры толщиной 8 мм. В центральной части диска снизу следует врезать металлическую пластинку толщиной 2...3 мм для крепления к микрофонной стойке (место врезки указано на эскизе). Звукопоглотитель вырезают с припуском по всем сторонам и приклеивают к центральной части диска с двух сторон клеем БФ-2 (или БФ-4). После высыхания клея острым ножом звукопоглотитель обрезают по форме диска. В центре этой детали вырезают прямоугольное отверстие размерами 141×26 мм для установки в нём цифрового рекордера Tascam DR-05.

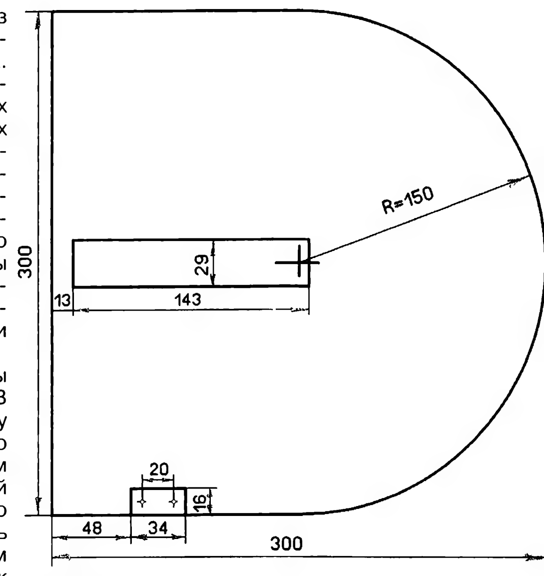


Рис. 9

На откидывающиеся детали поглотитель наклеивают только с внутренней стороны. Наружные стороны этих деталей следует тщательно зачистить наждачной бумагой и загрунтовать 50 %-ным водным раствором клея ПВА. После высыхания грунта ещё раз ошкуривают и окрашивают аэрозольной краской в желаемый цвет. Можно отметить, что стоимость фабричных дисков Джеклина, как следует из данных Интернета, составляет $200...300.

Очень интересно сравнить субъективные характеристики стереозаписи ансамбля исполнителей, сделанной непосредственно рекордером, а затем с добавлением изготовленного диска Джеклина. Исполнителей желательно разместить внутри угла +/−45 град. относительно продольной оси симметрии рекордера. Запись можно прослушивать как через стереотелефоны, так и пары колонок акустической системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Филатов К.** Стереомикрофон из электретных капсюлей. — Радио, 2017, № 4, с. 12—16.

2. **Алдошина И. А.** Стереомикрофоны и микрофоны для систем Surround Sound. Часть 1. — Instal PRO, 2005, № 4, с. 50—55.

3. Jecklin Disk — Wikipedia. — URL: **https://en. wikipedia.org/wiki/Jecklin_disk** (12.01.18).

4. **McRobbie G., Moffat M. and Clark F.** Modelling of a Jecklin Disk for Stereophonic Recordings. — Proceedings of the 2012 COMSOL Conference in Boston.

5. **Ковалгин Ю.А., Борисенко А.В., Гензель Г. С.** Акустические основы стереофонии. — М.: Связь, 1978.

6. ООО "САУНД". МК101Ф — студийный конденсаторный всенаправленный микрофон. — URL: **http://saund.su/mk101f.htm** (12.01.18).

7. **Филатов К.** Двухканальный предусилитель для микрофонов с фантомным питанием. — Радио, 2017, № 9, с. 8—12.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. Певец и бизнесмен Эмин Агаларов купил радиостанцию "Best FM" и запустил на частоте 100,5 МГц в Москве радиостанцию "Жара FM". Новый формат не будет конкурировать с "Русским радио", как это делало большинство запускавшихся в последнее время станций, а попытается занять одну нишу с более ориентированными на западную музыку "Европой плюс" и "Радио Energy". Продажа "Best FM" не позволит осуществиться планам её предыдущего владельца сенатора Виталия Богданова запустить на её частоте новостное радио НСН (источник — URL: **https://www.kommersant.ru/doc/3541154** (23.02.18)).

С 3 февраля в очередной раз изменилось расписание вещания "Всемирной радиосети" (WRN), транслирующей программы на частоте 738 кГц (Москва и Подмосковье). В сетке вещания появился "новичок" — "Всеиндийское радио", его программы на русском языке в эфире с 00.30 до 01.29, с 09.00 до 09.59 и с 18.30 до 19.29.

Полное расписание вещания смотрите на сайте "Всемирной радиосети" <**http://wrn.ru/programm.html**>. Следует отметить, что международные вещатели, использующие эту радиосеть, снизили объём трансляций.

С 16 февраля возобновлено онлайн-вещание радиостанции "Юность". Далее приведены онлайн-потоки: **http://icecast.vgtrk.cdnvideo.ru/unost_mp3_192kbps**; **http://icecast.vgtrk.cdnvideo.ru/unost_mp3_128kbps**; **http://icecast.vgtrk.cdnvideo.ru/unost_mp3_64kbps**; **http://icecast.vgtrk.cdnvideo. ru/unost_aac_64kbps**; **http://icecast.vgtrk.cdnvideo.ru/unost_aac_32kbps** и **http://icecast.vgtrk.cdnvideo.ru/unost**.

В эфире звучит музыка, песни и литературные постановки времён СССР. В качестве позывных используется мелодия песни "Широка страна моя родная" в электронной обработке и анонс "Радио Юность". Более подробной информации от официальных органов получить не удалось.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. 7 февраля филиал РТРС "Санкт-Петербургский РЦ" начал трансляцию программ радиостанции "Royalradio" в г. Санкт-Петербурге. Частота вещания — 98,6 МГц, мощность передатчика — 5 кВт (источник — URL: **http://spb.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachinaet-translyatsiyu-royalradio-v-sankt-peterburge/** (23.02.18)).

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. К региональной сети "Радио Дача" с 16 февраля присоединился г. Бийск Алтайского края, вещание идёт на частоте 107,8 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5162.html** (23.02.18)).

БРЯНСКАЯ ОБЛ. 31 января филиал РТРС "Брянский ОРТПЦ" начал трансляцию "Радио Energy" в г. Брянске. Частота вещания — 88,6 МГц, мощность передатчика — 500 Вт (источник — URL: **http://bryansk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-energy-v-bryanske/** (23.02.18)).

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛ. К региональной сети радиостанции "Восток FM" с 20 февраля на частоте 98,1 МГц присоединился г. Воронеж. Станция вещает в восьми городах России, в том числе в Москве на частоте 94 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/.5168.html** (23.02.18)).

ИРКУТСКАЯ ОБЛ. С 25 января началось вещание радиостанции "Радио JAZZ" в г. Ангарске. Для жителей "сердца Восточной Сибири" и близлежащих населённых пунктов радиостанция будет доступна на частоте 106,8 МГц. В эфире круглосуточно звучит джаз, соул и блюз (источник — URL: **http://multimediaholding.ru/v-angarske-nachalos-veshhanie-radio-jazz/** (23.02.18)).

КАМЧАТСКИЙ КРАЙ. Коротковолновые трансляции передач, подготовленных ГТРК "Камчатка" (в рамках вещания "Радио России"), впервые были отмечены в начале февраля. Программы выходят в эфир с 08.00 до 10.00 и с 13.00 до 15.00 по местному времени (с 23.00 до 01.00 и с 04.00 до

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2018
РАДИО®

06.00 по московскому времени) только по будням на частоте 5940 кГц через радиоцентр в г. Елизово (вблизи г. Петропавловск-Камчатского), мощность передатчика — 100 кВт. Расписание программ ГТРК "Камчатка" можно посмотреть на сайте <**http://www.poluostrov-kamchatka.ru/pknews/detail.php?ID=177022**>.

Более подробные данные получить от официальных представителей ГТРК "Камчатка" и регионального филиала РТРС не удалось (источник — URL: **https://vk.com/ctvspb?w=wall-59176345_12798** (23.02.18)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. С 13 февраля настроиться на радиостанцию "Серебряный дождь" могут жители г. Новокузнецка. Вещание идёт на частоте 96,9 МГц (источник — URL: **http://www.silver.ru/events/SerebryanyyDozhdnachnetveshchanievNovokuznetske/** (23.02.18)).

КОСТРОМСКАЯ ОБЛ. С 1 февраля в костромском радиоэфире пополнение. Начинается вещание радиостанции "Шансон". Эта станция уже работала в Костроме с 2004 г. по 2013 г. Снова услышать "Шансон" можно с 1 февраля на частоте 95,6 МГц (источник — URL: **https://k1news.ru/news/society/1-fevralya-v-kostrome-zarabotaet-novoe-radio/?sphrase_id=20923209** (23.02.18)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. В феврале к федеральной сети радиостанции "Комсомольская правда" присоединился ещё один город. Станция зазвучала в г. Анапе на частоте 89,5 МГц. Этот передатчик стал 56-м в радиосети (источник — URL: **https://www.astrakhan.kp.ru/radio/26795.4/3829612/** (23.02.18)).

КУРГАНСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Радио Шансон" с 1 февраля звучит в эфире г. Кургана на частоте 107,1 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radioshansonfm?w=wall-29892348_68703** (23.02.18)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. 2 февраля началось вещание радиостанции "Наше радио" в подмосковном г. Ступино. Программы станции доступны на частоте 89,1 МГц (источник — URL: **http://multimediaholding.ru/nachalos-veshhanie-radiostantsii-nashe-radio-v-gorodah-stupino-i-chajkovskij/** (23.02.18)).

НОВГОРОДСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Наше радио" заработала с 9 февраля для жителей Великого Новгорода и Новгородской области. Послушать программы станции можно на частоте 104,1 МГц (источник — URL: **https://riafan.ru/region/novgorod/1024588-nashe-radio-zarabotalo-v-velikom-novgorode** (23.02.18)).

ОРЛОВСКАЯ ОБЛ. Региональная радиостанция "Ultima.FM" с 6 февраля появилась в эфире г. Ливны на частоте 102,7 МГц (источник — URL: **https://vk.com/ultimafm?w=wall-109707144_1696** (23.02.18)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. 2 февраля началось вещание радиостанции "Наше радио" в г. Чайковском. Для всех любителей качественной отечественной музыки из Пермского края приём возможен на частоте 88 МГц (источник — URL: **http://multimediaholding.ru/nachalos-veshhanie-radiostantsii-nashe-radio-v-gorodah-stupino-i-chajkovskij/** (23.02.18)).

Филиал РТРС "Пермский КРТПЦ" с 16 февраля начал транслировать радиостанцию "Вера" в г. Перми на частоте 95 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://perm.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-vera-v-permi/** (23.02.18)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. 21 февраля к сети "Радио Дача" присоединился г. Белая Калитва, частота вещания — 103,8 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5170.html** (23.02.18)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. 1 февраля филиал РТРС "Самарский ОРТПЦ" начал трансляцию программ радиостанции "Мир" в г. Самаре. Частота вещания — 88,7 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://samara.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-mir-v-samare/** (23.02.18)).

ТОМСКАЯ ОБЛ. В г. Томске в начале февраля начала вещание новая радиостанция "Радио JAZZ", которую можно услышать на частоте 99,6 МГц. В формате программ станции слушатели смогут насладиться практически всеми направлениями джаза, услышать не только легенд этого музыкального направления, но и познакомиться с восходящими звёздами (источник — URL: **http://www.tomsk.ru/news/view/131262** (23.02.18)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. 8 февраля радиостанция "Звезда" появилась в эфире г. Тюмени на частоте 95,8 МГц (источник — URL: **http://radiozvezda.ru/news/2018-02-08-radio-zvezda-nachalo-veschanie-v-tyumeni/** (23.02.18)).

УДМУРТИЯ. 1 февраля филиал РТРС "Удмуртский РРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Звезда" в г. Ижевске. Частота вещания — 98,5 МГц, мощность передатчика — 250 Вт (источник — URL: **http://udmurtiya.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-zvezda-fm-v-izhevske/** (23.02.18)).

С 5 февраля к многомиллионной аудитории "Радио Шансон" присоединились жители удмуртской столицы. Любимые песни, новости и программы в г. Ижевске звучат на частоте 105,7 МГц (источник — URL: **http://radioshanson.fm/news/izhevsk-vstrechaet-radio-shanson** (23.02.18)).

ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АО. С 5 февраля "Радио Energy" можно услышать в г. Нижневартовске Ханты-Мансийского автономного округа — Югра. Вещание осуществляется на частоте 90,7 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/13532** (23.02.18)).

Радиостанция "Алынг" ("Начало") совсем ещё молодая, она появилась в эфире г. Когалым на частоте 100,9 МГц в начале декабря прошлого года. Станция планирует стать для жителей Когалыма семейным радио, где можно услышать близкого человека с поздравлением (источник — URL: **https://vk.com/kogalym_radio** (23.02.18)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. Челябинцы присоединились к увлекательному путешествию по миру невероятных открытий и хорошей музыки. ГТРК "Южный Урал" в начале февраля на частоте 106,8 МГц запустила вещание радиостанции "Искатель".

На радио "Искатель" звучит только качественная, проверенная временем музыка: Высоцкий, Визбор, Окуджава, "Аквариум", The Rolling Stones, Deep Purple, Beatles. С первых нот мелодия заставляет переключить мысли с повседневных забот и задуматься о чём-то важном.

Эта частота для тех, кто в повседневной жизни мечтает о дальних странствиях и готов совершать подвиги. Девиз радиостанции "Искатель" — это известная фраза из романа "Два капитана" Каверина: "Бороться и искать, найти и не сдаваться!" (источник — URL: **https://www.cheltv.ru/v-chelyabinske-zarabotala-radiostanciya-dlya-puteshestvennikov/** (23.02.18)).

ЧУВАШИЯ. К сети радиостанции "Радио родных дорог" с 6 февраля присоединяются столица Чувашской Республики г. Чебоксары и его город-спутник Новочебоксарск. Слушать любимые песни и программы на частоте 102 МГц смогут около 700000 человек (источник — URL: **https://vk.com/ radiord?w=wall-143202128_2015** (23.02.18)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

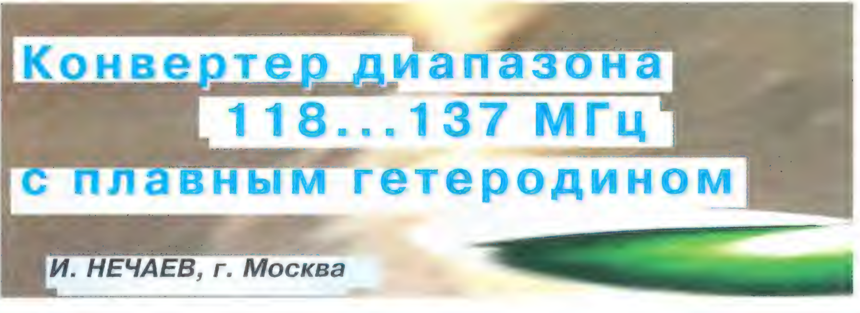
ТАЙВАНЬ. Службы вещания на французском и испанском языках "Международного радио Тайваня" ("Radio Taiwan International", RTI) объявили о завершении трансляций своих программ на коротких волнах с 25 марта. На момент подготовки материала информации о дальнейшем пребывании на коротких волнах других редакций RTI нет (источник — URL: **https://swling.com/blog/2018/02/radio-taiwan-international-french-and-spanish-language-services-to-leave-shortwave/** (23.02.18)).

УКРАИНА. С 1 февраля прекратили свою работу почти все средневолновые передатчики, которые транслировали программы "Украинского радио" в разных частях страны. В частности, молчат следующие частоты (в скобках — транслируемые программы): 657 кГц (УР-1), 837 кГц (УР-1), 1278 кГц (УР-3 "Культура"), 1404 кГц (УР-1) и 1431 кГц (ВСРУ на русском языке).

Передатчик УР-1 на частоте 549 кГц работает как обычно, с шести часов утра до полуночи по местному времени. Напомним, ранее руководство "Украинского радио" неоднократно жаловалось на нехватку финансирования и предупреждало, что это может привести к отключению отдельных передатчиков (источник — URL: **http://forum.ukrtvr.org/index.php?topic=934.msg121746;topicseen#msg121746** и **https://www.facebook.com/RUIrussian/posts/792262254291202** (23.02.18)).

Хорошего приёма и 73!

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2018



Конвертер диапазона 118...137 МГц с плавным гетеродином

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Конвертер предназначен для прослушивания на радиовещательный КВ-приёмник станций в авиационном (AIR) диапазоне, где осуществляются переговоры между пилотами гражданских самолётов и диспетчерами аэропортов, а также постоянно передаётся информация о текущей погоде в аэропортах страны. Некоторые современные, в основном импортные, радиоприёмники снабжены таким диапазоном.

Для приёма сигналов радиостанций AIR-диапазона (118...137 МГц) на радиовещательный КВ-приёмник можно применить конвертер, преобразующий этот диапазон частот в диапазон КВ, например 8...27 МГц. Дело в том, что в обоих диапазонах применяется АМ-модуляция, благодаря чему обеспечивается их совместимость по этому параметру.

Если применить конвертер с фиксированным гетеродином, как это сделано, например, в статье автора "Конвертер диапазона 118...137 МГц" ("Радио", 2016, № 9, с. 24—26), для настройки на один с плавной перестройкой по частоте, а КВ-приёмник в этом случае настраивают на фиксированную частоту.

Чтобы не применять отдельную антенну для конвертера, было решено использовать штатную штыревую телескопическую антенну радиоприёмника. Одновременно на эту же антенну поступает и выходной сигнал конвертера. Другими словами, вход конвертера одновременно является и его выходом. Схема устройства показана на **рис. 1**. Сигнал AIR-диапазона с антенны КВ-приёмника через выключатель SA1.2 поступает на вход ФВЧ C11L4C7L3C5, который является входом конвертера. Он подавляет сигналы с частотой менее 115 МГц — диапазон частот, в котором работают УКВ-радиостанции. Сигналы AIR-диапазона через этот ФВЧ поступают на вход ВЧ-усилителя, собранного на транзисторе VT1 по схеме с общей базой. Нагрузка этого усилителя — LC-контур L1C4VD1VD2, перестраиваемый в AIR-диапазоне с помощью варикапов VD1 и VD2. Для сохранения добротности контура применено частичное включение. Резистор R4 предотвращает самовозбуждение ВЧ-усилителя. Кроме усиления, ещё одно важное назначение усилителя — устранение влияния антенны на частоту гетеродина.

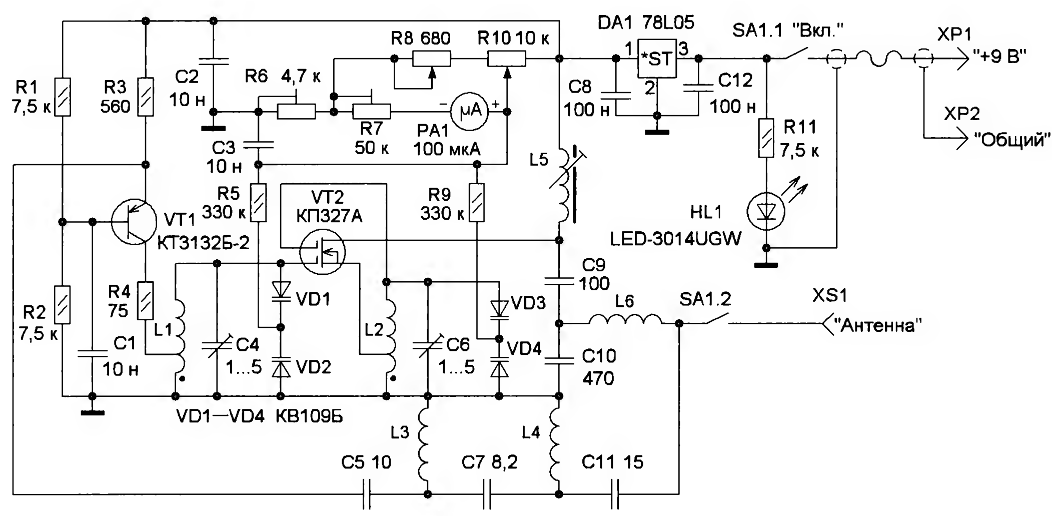


Рис. 1

радиостанции AIR-диапазона потребуется перестройка КВ-приёмника, а в этом случае у него должна быть непрерывная перестройка по частоте в интервале 20 МГц.

Этому требованию не соответствуют большинство радиовещательных КВ-приёмников, произведённых в прошлом веке, поскольку весь КВ-диапазон у них разбит на поддиапазоны, и поэтому нет непрерывной перестройки по частоте. Такие приёмники, к сожалению, уже морально устарели, но, к счастью, как правило, ещё исправны и лежат у населения "мёртвым грузом". Вдохнуть в них вторую жизнь сможет предлагаемый конвертер. Но он должен иметь гетеродин с плавной перестройкой по частоте, а КВ-приёмник в этом случае настраивают на фиксированную частоту.

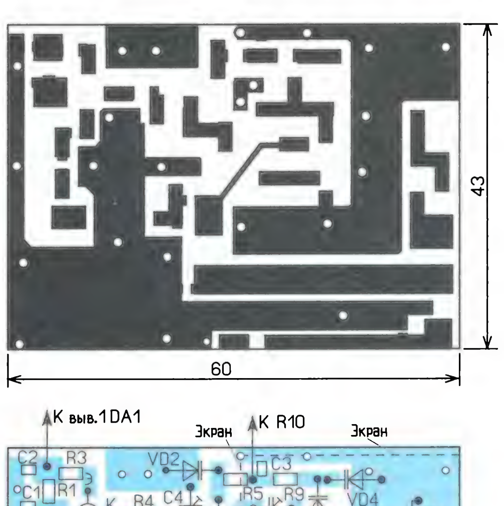
На двухзатворном полевом транзисторе VT2 собран преобразователь частоты, совмещающий функции гетеродина и смесителя. Сигнал AIR-диапазона поступает на первый затвор транзистора VT2. Гетеродин собран по схеме индуктивной трёхточки на LC-контуре L2C6VD3VD4, который подключён ко второму затвору полевого транзистора. Перестраивают гетеродин по частоте варикапами VD3 и VD4.

На выходе преобразователя (и конвертера) установлен LC-контур L5C9C10, настроенный на частоту около 9,8 МГц, на эту же частоту должен быть настроен и КВ-приёмник (это верхняя граница диапазона 31 метр). Чтобы входные сигналы AIR-диапазона не подавлял выходной LC-контур, введена катушка индуктивности L6. В то же время подавлению выходных сигналов КВ-диапазона препятствует конденсатор C11.

При замыкании контактов выключателя SA1.2 относительно небольшое сопротивление выходного контура заметно шунтирует штыревую антенну, существенно ослабляя сигналы КВ-диапазона, поступающие на неё из эфира. Тем самым уменьшаются помехи для выходных сигналов конвертера. Выключатель SA1.2 как раз и применён для того, чтобы при работе приёмника без конвертера последний не шунтировал штыревую антенну. Поэтому шумы и помехи из эфира должны существенно возрасти при выключении конвертера. Приёмник в этом случае будет работать в штатном режиме.

Питается конвертер от радиоприёмника, для этого на задней стенке последнего устанавливают любое малогабаритное гнездо. Питание самого конвертера стабилизировано микросхемой DA1. Для индикации включения применён светодиод HL1. Ток, потребляемый конвертером, — около 10 мА.

Перестройка конвертера по частоте — электронная. Оба контура перестраиваются подачей на варикапы напряжения с резистора R10. Этим резистором осуществляют грубую перестройку, а резистором R8 — плавную подстройку частоты. Для визуальной оценки частоты настройки применён стрелочный микроамперметр PA1.



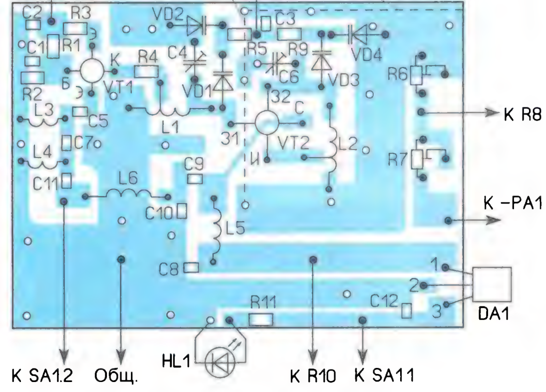


Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

Большинство деталей конвертера размещены на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. Монтаж — на одной стороне платы, вторая сторона оставлена металлизированной и используется как экран. Через отверстия в плате фольгированные площадки обеих сторон соединяют между собой отрезками лужёного провода.

В устройстве применены постоянные резисторы и конденсаторы для поверхностного монтажа типоразмеров 0805 и 1206. Подстроечные резисторы — СП3-19 или любые малогабаритные отечественные или импортные, переменные резисторы — СП4-1. Транзистор КП327А можно заменить транзисторами BF992, BF998, но топологию платы придётся скорректировать. Светодиод лучше применить с повышенной яркостью любого цвета свечения, выключатель питания — любой малогабаритный, например, движковый на два направления и два положения. Подстроечные конденсаторы — КТ4-25б.

Рис. 5

Катушка L5 намотана на каркасе диаметром 5 мм с резьбовым подстроечником диаметром 4 мм из карбонильного железа и содержит 25 витков провода ПЭВ-2 0,16. Остальные катушки бескаркасные, намотаны проводом ПЭВ-2 0,7 на оправке диаметром 4 мм и содержат: L1 — 7,5 витка с отводом от 2-го витка; L2 — 6,5 витка с отводом от 1,5-го витка; L3 и L4 — 4,5 витка; L6 — 9,5 витка. Микроамперметр — любой малогабаритный с током полного отклонения 100 мкА. На плате установлен экран высотой 15 мм (показан штриховой линией) из тонкой лужёной фольги. Внешний вид смонтированной платы (без экрана) показан на **рис. 3**.

Конструкция конвертера была адаптирована для радиоприёмника "Океан-209". Корпус конвертера (**рис. 4**) изготовлен из пластмассового контейнера от 3,5-дюймовых дискет, от него была отрезана часть требуемой высоты. На передней панели установлены переменные резисторы, светодиод и микроамперметр, на боковой — выключатель. Рядом с ним сделано отверстие для провода, идущего к антенне КВ-приёмника. К концу этого провода припаяно кольцо (XS1) шириной около 10 мм из пружинящей фольги. Это кольцо надевают на телескопическую антенну приёмника. Экранированный провод питания проходит через отверстие в задней стенке корпуса конвертера. Все провода должны быть минимальной длины. Высота корпуса конвертера была выбрана такой, чтобы он помещался между корпусом и ручкой радиоприёмника (**рис. 5**).

Плата конвертера установлена деталями вниз на верхней стенке корпуса. Дно корпуса конвертера сделано из фольгированного с одной стороны стек-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

лотекстолита толщиной 1...1,5 мм, фольгу которого соединяют с общим проводом. Для фиксации конвертера на дно его корпуса приклеен слой поролона толщиной несколько миллиметров.

Налаживание проводят в следующей последовательности. Роторы подстроечных конденсаторов устанавливают в среднее положение, движки подстроечных резисторов — в левое по схеме положение. Движок переменного резистора R10 устанавливают в правое по схеме положение, резистора R8 — в среднее. Раздвигая витки катушки L2, устанавливают частоту гетеродина 147 МГц. Если для этого придётся их сильно раздвигать, надо вернуть их в исходное состояние и установить частоту гетеродина с помощью подстроечного конденсатора C6. Далее устанавливают движок резистора R10 в левое по схеме положение и подстроечным резистором R6 устанавливают частоту гетеродина 128 МГц. Контроль частоты гетеродина удобнее всего проводить с помощью всеволнового приёмника с цифровой шкалой. После этого движок резистора R10 устанавливают в правое по схеме положение, а резистором R7 устанавливают стрелку микроамперметра на последнее деление шкалы. Эту регулировку желательно повторить два-три раза.

Затем подключают конвертер к приёмнику, предварительно настроив последний на частоту около 9,8 МГц, там, где нет мешающих радиостанций. Дальнейшее налаживание можно проводить по шумам или сигналам эфира. Сначала добиваются максимального уровня шумов в приёмнике подстроечником катушки L5. Затем в верхнем участке AIR-диапазона максимума шума добиваются подстроечным конденсатором C4, а в нижнем — раздвигая витки катушки L1. Налаживание также желательно повторить два-три раза, после чего витки катушки L2 надо закрепить небольшими каплями эпоксидного клея.

При настройке на сигналы AIR-диапазона плавную подстройку в небольших пределах можно проводить и с помощью перестройки КВ-приёмника. Но следует учесть, что точная настройка по шкале микроамперметра затруднена, поскольку его шкала мала, а стабильность частоты гетеродина невысока. Точность настройки можно повысить, применив микроамперметр с большой шкалой, однако размеры конвертера при этом увеличатся.

И напоследок. Изменяя длину штыревой антенны КВ-радиоприёмника, можно добиться максимальной чувствительности.

От редакции. *Чертежи печатной платы в формате Srint-Layout имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/04/konv.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Лабораторный блок питания на микросхеме LM78S40N

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Лабораторные блоки питания с импульсным стабилизатором выходного напряжения, по сравнению с источниками питания с линейным стабилизатором, обычно имеют более высокий КПД, меньшие габариты и массу. Несколько десятилетий назад импульсные источники питания изготавливали по относительно сложным схемам, они имели низкую надёжность и высокую стоимость. В настоящее время, благодаря использованию специализированных интегральных микросхем, такие устройства значительно упростились, их стоимость снизилась, надёжность повысилась.

На **рис. 1** представлена принципиальная схема компактного лабораторного блока питания с регулируемым в пределах 1,3...25 В выходным напряжением. Он имеет регулируемую защиту по максимальному току нагрузки, звуковой сигнализатор замыкания выхода и встроенный цифровой вольтметр. Устройство можно использовать не только для питания различных аппаратов, но и для зарядки аккумуляторных элементов током 0,2...1,5 А без применения дополнительных приспособлений для регулировки зарядного тока.

Напряжение сети ~230 В поступает на обмотку I понижающего трансформатора T1 через плавкую вставку FU1, резистор R2, замкнутые контакты выключателя SA1 и LC-фильтр C6L1C10. Варистор RU1 защищает обмотку I трансформатора и диодные сборки VD3, VD4, VD6, VD7 выпрямительного моста от повреждения высоковольтными импульсами, возникающими в сети, например, во время грозы. Входной фильтр особенно необходим для устранения помех находящимся рядом УМЗЧ или цифровым устройствам. Их могут создавать импульсы самоиндукции, возникающие на первичной обмотке трансформатора при подключении её к сети или отключении от неё.

С обмотки II трансформатора напряжение ~24 В через плавкую вставку FU2 приходит на мостовой диодный выпрямитель. Конденсатор C2 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения.

Регулируемый импульсный стабилизатор напряжения выполнен на микросхеме LM78S40N. Для увеличения нагрузочной способности импульсного стабилизатора микросхема умощнена с помощью внешнего составного биполярного транзистора VT1. Рабочая частота преобразователя напряжения около 29 кГц задана конденсатором C4. Выходное напряжение зависит от введённого сопротивления переменного резистора R9. Чем меньше это сопротивление, тем меньше выходное напряжение. Резистор R4 — защитный.

Переменным резистором R8 регулируют порог ограничения тока нагрузки. Если его движок находится в левом по схеме положении, ограничение тока происходит на уровне 1,5...1,8 А. В противоположном положении движка порог понижен до 0,15...0,4 А.

Дроссель L2 — накопительный, конденсатор C12 сглаживает пульсации напряжения. Выходное стабилизированное напряжение поступает на нагрузку через фильтр C11L3C13L4C18C20. Нагрузка может быть подключена как к зажимам "крокодил" X1, X2, так и к разъёму XP1.

При выходном напряжении 1,3...20 В допустим ток нагрузки не более 1,5 А. С повышением напряжения до 25 В допустимый ток нагрузки линейно снижается до 0,5 А. Максимальный ток в верхней части интервала регулирования выходного напряжения я определял по появлению в этом напряжении замет-

Рис. 1

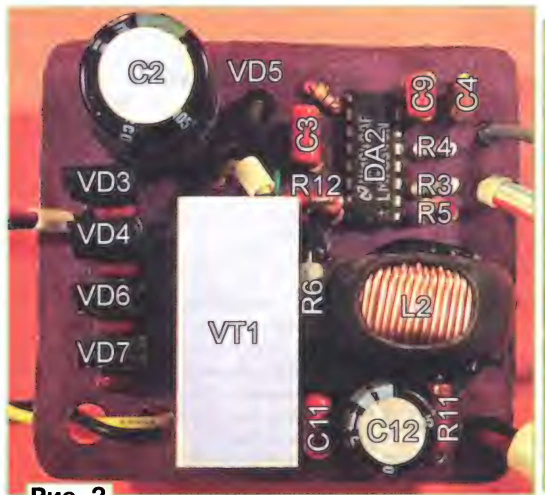


Рис. 2

Рис. 3

ных пульсаций частотой 100 Гц, Стабилизация напряжения нарушалась при большем токе.

КПД стабилизатора — около 72 % при входном напряжении 23 В, выходном напряжении 6 В и токе нагрузки 1,5 А. При напряжении в сети ~210 В блок в режиме холостого хода потребляет от неё мощность 4 Вт. При мощности нагрузки 1 Вт потребляемая мощность возрастает до 5,8 Вт, а при её мощности 10 Вт и 20 Вт — соответственно до 17 Вт и 35 Вт. Если замкнуть выход накоротко, потребляемая от сети мощность не превышает 10,5 Вт. Амплитуда напряжения пульсаций и шумов на выходе блока — около 40 мВ при выходном напряжении 12 В и токе нагрузки 1,5 А, 25 мВ — при 5 В и 1,5 А, 10 мВ — при 25 В и 0,2 А.

На интегральной микросхеме DA1 собран линейный стабилизатор напряжения 8 В, предназначенного для питания цифрового вольтметра PV1 и узла звукового сигнализатора, собранного на транзисторах VT2—VT6. Резистор R1 уменьшает напряжение на входе стабилизатора DA1. Напряжение питания поступает на вольтметр через защитный резистор R21.

Когда напряжение на выходе блока в результате короткого замыкания становится меньше 1 В, транзистор VT2 закрывается, транзисторы VT3, VT4 открываются, в результате чего на генератор ЗЧ на транзисторах VT5 и VT6 поступает напряжение питания. Частота генерируемого сигнала — около 1800 Гц. Светодиод HL1 своим свечением информирует о нормальной работе блока.

Большинство деталей импульсного стабилизатора напряжения установлены на плате размерами 67×60 мм, изображённой на **рис. 2**. Стабилизатор напряжения 8 В и звуковой сигнализатор смонтированы на плате, показанной на **рис. 3**. Её размеры — 56×38 мм. Монтаж обеих плат — навесной.

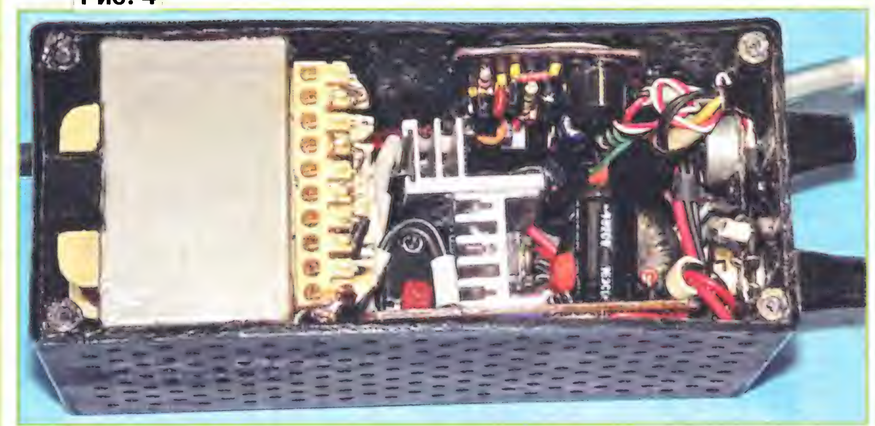
На детали входного сетевого фильтра надеты термоусаживаемые трубки, после чего они приклеены к верхней крышке корпуса. Предприняты меры, уменьшающие вероятности искровых разрядов и пробоев между деталями фильтра, магнитопроводом трансформатора и вторичными цепями. На магнитопровод трансформатора со стороны сетевого фильтра наклеена липкая лента, сам сетевой фильтр густо покрыт лаком ХВ-784. Детали фильтра выход-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ного напряжения также приклеены к верхней крышке корпуса. Расположены они между стоящими по бокам монтажными платами (**рис. 4**).

Вольтметр PV1, перед индикатором которого я установил светло-серый светофильтр, — встраиваемый трёхразрядный цифровой с интервалом измеряемого напряжения 0—99,9 В, светодиодными индикаторами синего свечения. Для него необходим внешний

Рис. 4



источник питания. Этот вольтметр изображён на **рис. 5**. Он был приобретён в зарубежном интернет-магазине. Прибор я доработал — на входе имеющегося в нём интегрального стабилизатора напряжения HT7133-1 установил отсутствовавший ранее керамический конденсатор ёмкостью 1,5 мкФ, место для которого на плате вольтметра было предусмотрено. Имеющимся на этой плате подстроечным резистором можно при необходимости откорректировать показания вольтметра.

Блок питания собран в корпусе размерами 148×63×78 мм от неисправной свинцово-кислотной аккумуляторной батареи на 12 В, 7 А·ч. Такие батареи применяют в системах охранной сигнализации и компьютерных источниках бесперебойного питания. Сборка блока в таком компактном корпусе очень сложна. При отсутствии достаточного опыта и особых требований к компактности блока корпус для него можно склеить из корпусов двух аккумуляторных батарей. В боковых, задней и нижней стенках корпуса просверлено около 400 вентиляционных отверстий диаметром 3 мм. К нижней стенке приклеены четыре ножки высотой 5 мм из микропористой резины.

В качестве T1 применён трансформатор CT-10 TAM 4H291 от блока питания матричного принтера Epson. Он вклеен между стенками корпуса без воздушных зазоров, что улучшает теплопередачу. Дополнительно установлены фиксаторы трансформатора из размягчённого в ацетоне полистирола. Внешняя обмотка на 15 В срезана ножом, её провод удалён. Без разборки трансформатора от следующей вторичной обмотки на 30 В отмотаны 2/3 её верхнего слоя с таким расчётом, чтобы напряжение этой обмотки в режиме холостого хода стало равным 24 В. Это очень трудная операция, поскольку зазор между вторичными обмотками и магнитопроводом трансформатора практически отсутствует. Избежать трудностей позволит применение трансформатора серии ТТП-40 на кольцевом магнитопроводе с вторичной обмоткой 2×12 В.

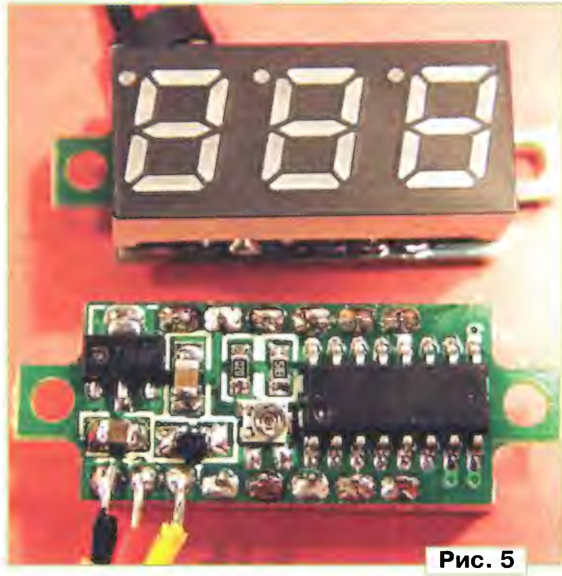


Рис. 5

Можно самостоятельно изготовить трансформатор на Ш-образном магнитопроводе с площадью сечения центрального керна 9 см^2. Первичная обмотка — 1253 витка лакированного провода диаметром 0,27 мм. Вторичная — 145 витков такого же провода диаметром 0,82 мм. Пластины магнитопровода собирают вперекрышку. Но для такого трансформатора потребуется корпус большего размера.

Выключатель SA1 — рокерный MR-21, вместо которого можно применить и другие двухполюсные выключатели. Применение двухполюсного выключателя сетевого питания повышает безопасность использования блока. Держатель BLX-A для плавкой вставки FU1 приклеен под трансформатором с таким расчётом, чтобы до него можно было добраться пинцетом. Плавкая вставка FU2 закреплена на пластмассовом каркасе обмоток трансформатора T1.

Все дроссели — промышленного изготовления. L2 — от стиральной машины намотан на ферритовом кольце диаметром 24 мм. Его обязательно нужно проверить на отсутствие насыщения при максимальном токе нагрузки. Признак насыщения — резкий рост пульсаций напряжения на конденсаторе C12 с частотой 29 кГц при увеличении тока нагрузки. Защита преобразователя по току при этой проверке должна быть отключена соединением движка переменного резистора R8 с выводом 13 микросхемы DA2. Можно применить такой же дроссель, как в устройстве, описанном в [1].

Двухобмоточные дроссели L1, L4 — с пермаллоевыми кольцевыми магнитопроводами диаметром 20 мм, применяемые в ЖК-телевизорах. Дроссель L3 — на ферритовом кольце диаметром 22 мм. Чем больше индуктивность дросселей L1, L3, L4, тем лучше. Общее сопротивление обмоток дросселя L1 — не более 4 Ом. Сопротивление обмоток применённых дросселей L2 — 0,03 Ом, L3 и L4 — 0,02 Ом. Оно должно быть как можно меньше.

Переменные резисторы R8 и R9 — СП3-4аМ с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота. Провода, идущие к переменному резистору R8, должны быть сложены вместе и быть как можно короче, не более 7 см. Провод, идущий к переменному резистору R8 от резистора R3, — короткий экранированный. Резистор R2 — импортный невозгораемый. Резистор R6 — импортный безындукционный. Остальные резисторы — МЛТ, РПМ, С1-14, С2-23 или аналогичные. Варистор RU1 — SVC471-14, который можно заменить другим с указанным на схеме классификационным напряжением.

Оксидные конденсаторы — импортные малогабаритные. Конденсаторы C6 и C10 — керамические высоковольтные. Конденсаторы C3, C9, C11, C14, C15, C19—C22 — плёночные. Остальные — керамические или плёночные.

Диодные сборки MBRF20100CT применены в выпрямителе, поскольку они были в наличии. Их можно заменить любыми аналогичными сборками или одиночными диодами (как с барьером Шотки, так и обычными кремниевыми) на прямой ток не менее 3 А и обратное напряжение 100 В. Диод с барьером Шотки SR360 можно заменить на SR306, SR506 и др. Вместо диода PMLL4153 можно установить любой из PMLL4148, 1N4148 или серий КД510, КД521, КД522. Замена диода UF5403 — серий 1N5400, FR300, SPR300, КД257, КД213, 2Д213. Диоды серий КД213 и 2Д213 можно установить и вместо диодов с барьером Шотки при отсутствии таковых.

Транзистор 2SB1340 — составной с защитным диодом и встроенными резисторами. Максимальный посто-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2018

янный ток коллектора — 6 А, напряжение эмиттер—коллектор — 120 В, максимальная рассеиваемая мощность — 30 Вт, граничная частота — 10 МГц. Он установлен на алюминиевый теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности 56 см^2. В этой конструкции транзистор 2SB1340 можно заменить на TIP105, 2SB1472 и другие подобные.

Замена транзисторов PN2222 — любые из серий KN2222, KSP2222, MPS2222, 2SC1815, 2SC1845, 2SC945, SS9014, КТ6111. Транзистор VT2 должен быть с коэффициентом передачи тока базы не менее 400. Вместо 2SB774 и 2SA552 подойдут любые транзисторы из серий SS8550, SS9013, 2SA931, 2SB564, 2SB1116, КТ6115. Упомянутые транзисторы имеют отличия в типах корпусов и расположении выводов.

Микросхему KIA78S08P можно заменить другим интегральным стабилизатором напряжения в корпусе TO-92 (КТ-26) или TO-92L на +8 В или +9 В (78S08, 78S09, 78L08, 78L09 разных производителей).

Вместо светодиода, указанного на схеме, подойдёт любой другой общего применения. Излучатель звука HA1 может быть не только типа, указанного на схеме, но и любым другим электромагнитным с сопротивлением обмотки 32...300 Ом.

XP1 — стандартный штекер питания 5,5/2,1 мм. Все цепи, по которым протекает ток подключённой к блоку нагрузки, должны быть выполненными многожильными монтажными проводами сечением по меди не менее 1 мм^2.

Безошибочно изготовленное из исправных деталей устройство начинает работать сразу. Подбором резисторов R5 и R6 устанавливают максимальный и минимальный пороги ограничения тока. Сопротивление резистора R7 подбирают таким, чтобы максимальное выходное напряжение блока было равно 25 В. Критерий подборки резистора R20 — устойчивое самовозбуждение звукового генератора. Включение звукового генератора при уменьшении напряжения на выходе блока в результате короткого замыкания ниже 1 В обеспечивают подборкой сопротивления резистора R14.

Масса блока питания в сборе без соединительных шнуров — около 1200 г, затраты времени на его сборку не превысили 80 ч. Была проверена электромагнитная совместимость блока с доработанным радиоприёмником "Урал-Авто-2" [2]. В диапазоне УКВ он не создаёт никаких помех, даже если приёмник поставить на блок питания. В диапазонах ДВ и СВ приёмник "чувствует" помехи от блока питания с расстояния не более 40 см. В процессе экспериментов приёмник питался от испытываемого блока.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Лабораторный импульсный БП на микросхеме L4960. — Радио, 2011, № 11, с. 27, 28.

2. **Бутов А.** Доработка радиоприёмника "Урал-авто-2". — Радио, 2017, № 6, с. 12, 13.

Двухканальный сетевой источник питания с низким уровнем пульсаций и токовой защитой

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва

В статье описан стабилизатор напряжения с регулирующим элементом в минусовом проводе, собранный на полевом транзисторе и ОУ, и сетевой двухполярный источник питания с такими стабилизаторами. Приводятся два варианта печатной платы стабилизатора, рассчитанные на установку ОУ в разных корпусах.

Снизить размах пульсаций выходного напряжения предлагаемого стабилизатора позволило применение двухзвенного пассивного RC-фильтра в цепи питания ОУ. В результате он не превышает 2 мВ при токе нагрузки 0...9 А. Полностью исключена паразитная генерация и обеспечена плавность включения стабилизатора. Высокоскоростная токовая защита с порогом срабатывания 10 А существенно снизила риск повреждения стабилизатора (в том числе при коротком замыкании выхода) и питаемых от него устройств.

денсаторов вторых звеньев (240 мкФ). Но даже при приблизительно одинаковой ёмкости конденсаторов обоих звеньев наибольшее влияние на параметры фильтра оказывает второе звено. В связи с этим при указанной выше ёмкости конденсаторов первое звено на параметры всего фильтра практически не влияет.

Как показал эксперимент, увеличение на порядок ёмкости конденсаторов в первом звене фильтра питания ОУ сильно снизило размах пульсаций выходного напряжения стабилизатора

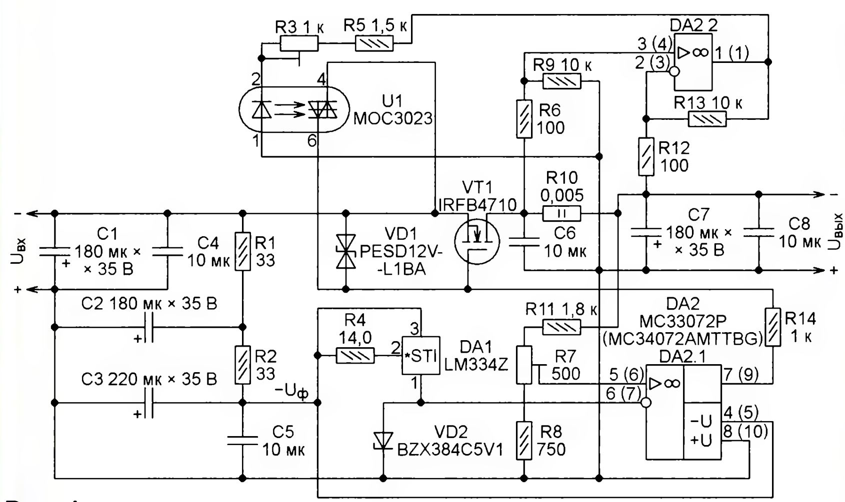


Рис. 1

В стабилизаторах с регулирующим элементом в плюсовом и минусовом проводах, описанных в статьях [1] и [2], применение активных фильтров стабилизируемого напряжения на ОУ и мощных полевых транзисторов дало хорошие результаты. Размах пульсаций их выходного стабилизированного напряжения не превышает 1 мВ при токе нагрузки 8 А. В стабилизаторах, описанных в [2], дополнительно применены отдельные пассивные фильтры напряжения, питающего ОУ, состоящие из двух соединённых последовательно RC-звеньев R1C3C5 и R5C8C10C13 (рис. 1 и рис. 2 в [2]). При этом суммарная ёмкость конденсаторов первых звеньев этих фильтров (20 мкФ) на порядок меньше суммарной ёмкости кон-

даже без использования активного фильтра. Это позволило вообще исключить этот фильтр, сэкономив мощный полевой транзистор, значительно упростив схему стабилизатора и высвободив ОУ, работавший в активном фильтре. В предлагаемом стабилизаторе на этом ОУ построен узел токовой защиты. Упростилась и трассировка печатных проводников, что позволило уменьшить размеры печатной платы.

Принципиальная схема разработанного стабилизатора напряжения с регулирующим элементом (транзистором VT1) в минусовом проводе изображена на **рис. 1**. Его входное напряжение $U_{вх}$ = –(16...20) В с учётом пульсаций, выходное напряжение $U_{вых}$ = –15 В, порог срабатывания токовой защиты —

10 А. Здесь пассивный двухзвенный фильтр, выходным напряжением $U_ф$ которого питается сдвоенный ОУ DA2 (MC33072P или MC34072AMTTBG), состоит из звеньев R1C2 и R2C3. Конденсатор C5 на параметры фильтра влияет слабо, поскольку его ёмкость всего 10 мкФ. Цель его установки — обеспечить устойчивую работу микросхемы DA2, между выводами питания которой он подключён.

Номера выводов одинакового назначения у микросхем MC33072P (в корпусе DIP8 размерами 10×8 мм) и MC34072AMTTBG (в корпусе WQFN10 размерами 2,6×2,6 мм) неодинаковы. Поэтому на схеме номера выводов микросхемы MC34072AMTTBG и её название заключены в скобки. Электрические характеристики этих микросхем идентичны. Различаются лишь допустимые интервалы рабочей температуры (–40...+125 °С у MC34... и –40...+85 °С у MC33...).

Собственно стабилизатор собран на мощном полевом транзисторе VT1 IRFB4710 и ОУ DA2.1. Источником образцового напряжения служит стабилитрон BZX384C5V1 (VD2) на 5,1 В, ток через который стабилизирован микросхемой LM334Z (DA1). По сравнению со стабилизатором тока J511, применённым в [1] и [2], микросхема LM334Z обладает рядом преимуществ.

Во-первых, она более распространена, а поэтому более доступна, чем J511. Во-вторых, разброс тока стабилизации у J511 может достигать 50 % и более. В связи с этим низковольтный стабилитрон, динамическое сопротивление которого при малом токе довольно велико, приходится подбирать, чтобы получить нужное напряжение. А вот ток стабилизации LM334Z с высокой точностью задают резистором R4, включённым между выводами 2 и 3. При его сопротивлении 14 Ом ± 1 % ток, втекающий в вывод 3 и вытекающий из вывода 1, равен 5±(0,01...0,02) мА. В-третьих, и это самое главное, прибор J511 стабилизирует ток лишь при приложенном к нему напряжении не менее 10 В. По этой причине использовать с ним стабилитрон с высоким напряжением стабилизации не удаётся. Микросхема LM334Z выходит на стабилизацию тока при напряжении всего 1,5 В, предоставляя возможность применить стабилитрон на 5,1 В, имеющий существенно меньшее дифференциальное сопротивление, чем стабилитрон на 2,7 В, и намного меньший температурный коэффициент напряжения.

ОУ DA2.1 сравнивает образцовое напряжение, поданное на его инвертирующий вход, с частью выходного напряжения, снятой с делителя R11R7R8 и поданной на неинвертирующий вход этого ОУ. Усиленный сигнал рассогласования с выхода ОУ DA2.1 приходит на затвор транзистора VT1 через резистор R14. Если, например, при увеличении тока нагрузки выходное напряжение стабилизатора падает, то падает и напряжение, снятое с делителя, в результате чего напряжение на выходе ОУ и на затворе транзистора VT1 становится более положительным. Транзистор приоткрывается, восстанавливая первоначальное значение выходного напряжения стабилизатора.

Двунаправленный супрессор PESD12VL1BA (VD1) защищает изоляцию между затвором и каналом транзистора VT1 от пробоя в момент включения питания. Конденсаторы C6—C8 дополнительно снижают размах пульсаций выходного напряжения.

Отличительная особенность стабилизатора — отсутствие конденсатора обратной связи, установленного между выходом и инвертирующим входом ОУ DA2.1. Обычно такой конденсатор (например, C5 в [1]) предотвращает самовозбуждение стабилизатора. Отсутствует и конденсатор между затвором и стоком транзистора VT1 (аналогичный конденсатору C6 в [1]), выполняющий ту же функцию. Эти конденсаторы приводили к слишком медленной реакции стабилизатора на резкое изменение тока нагрузки в ту или иную сторону.

С описываемым стабилизатором специальные эксперименты по исследованию этой реакции не проводились. Однако при резком изменении нагрузки зафиксировано отсутствие выбросов выходного напряжения и быстрое его установление после включения тока нагрузки (приблизительно 30 % максимального) и его выключения. Это свидетельствует о том, что стабилизатор достаточно устойчив и имеет приемлемую переходную характеристику.

Основные элементы устройства токовой защиты — датчик тока нагрузки резистор R10 (сопротивление — 5 мОм, мощность — 2 Вт, типоразмер — 2512), классический дифференциальный усилитель на ОУ DA2.2 [3] и симисторный оптрон MOC3023 (U1). Выходное напряжение дифференциального усилителя пропорционально падению напряжения на датчике тока с коэффициентом усиления, равным R9/R6 = R13/R12 = 100.

При отсутствии тока нагрузки падение напряжения на резисторе R10 нулевое и напряжение на выходе ОУ равно потенциалу правого по схеме вывода резистора R9, соединённого с общим плюсовым проводом стабилизатора. По мере увеличения тока нагрузки напряжение между выходом ОУ и плюсовым проводом растёт по абсолютному значению, при 10 А достигает 5 В. Ток через излучающий диод оптрона U1 тоже растёт. Как только он превысит значение, необходимое для открывания фотосимистора оптрона (около 2,5 мА), фотосимистор открывается и соединяет между собой затвор и исток транзистора VT1. Транзистор закрывается и отключает этим нагрузку стабилизатора. Напряжение питания ОУ остаётся прежним. Порог срабатывания защиты устанавливают подстроечным резистором R3.

После срабатывания защиты ток через резистор R10 прекращается, напряжение между выходом ОУ DA2.2 и плюсовым проводом уменьшается почти до нуля, что прекращает и ток через излучающий диод оптрона. Но открытый фотосимистор оптрона остаётся в этом состоянии, пока через него течёт ток, больший тока удержания. А протекание этого тока, ограниченного резистором R14, обеспечено нулевым относительно плюсового провода напряжением на выходе ОУ DA2.1 при закрытом транзисторе VT1.

В этом состоянии стабилизатор может оставаться сколь угодно долго. Единственный способ выйти из него — выключить питание стабилизатора и после полной разрядки сглаживающих конденсаторов выпрямителя повторно включить. Самостоятельная разрядка этих конденсаторов может занять несколько минут, ускорить её можно временным с помощью кнопки подключением параллельно конденсаторам резистора небольшого сопротивления. Учтите, чем меньше сопротивление этого резистора, тем быстрее разрядятся конденсаторы, но тем большую мощность должен выдерживать резистор, и тем сильнее обгорят контакты кнопки.

Подобное устройство защиты использовалось ранее в конструкциях, описанных в [4, 5], и показало надёжную

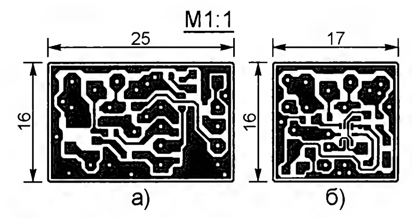


Рис. 2

работу. Оно довольно скоростное и срабатывает за единицы миллисекунд. Порог срабатывания защиты регулируется довольно точно.

Если стабилизатор с токовой защитой питает нагрузку с большой входной ёмкостью (например, УМЗЧ [5], в котором имеются конденсаторы ёмкостью в сотни и более микрофарад), то большой зарядный ток этих конденсаторов в момент включения питания может превысить установленный порог срабатывания защиты (10 А). В результате она немедленно после включения питания усилителя отключит его, и он, естественно, работать не станет. В подобном случае порог срабатывания защиты можно немного поднять подстроечным резистором R3, оставаясь, конечно, в пределах возможностей стабилизатора и выпрямителя, питающего его. Если же их возможностей недостаточно, придётся принимать меры, уменьшающие пусковой ток усилителя.

Печатная плата для стабилизатора была разработана в двух вариантах: под сдвоенный ОУ MC33072P (**рис. 2**,а) и под сдвоенный ОУ MC34072AMTTBG (рис. 2,б). Размер первой платы — 16×25 мм, а второй — 16×17 мм. Обе они изготовлены из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Расположение элементов на этих платах показано соответственно на **рис. 3** и **рис. 4**. Обратите внимание, что на плате под микросхему MC34072AMTTBG отсутствует конденсатор C4, что не повлияло на характеристики стабилизатора, а подстроечный резистор R3 и постоянный резистор R5 соединены на ней иначе, чем на схеме рис. 1.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Отличительная особенность плат — отсутствуют крепёжные отверстия, поскольку платы держатся на жёстких и прочных выводах транзисторов IRFB4710 (VT1) в корпусах TO-220, а сами транзисторы закреплены винтами М3 на теплоотводах. Для улучшения теплового контакта применена теплопроводная паста КПТ-8.

Микросхема LM334Z (DA1) — стабилизатор тока, значение которого зависит от сопротивления резистора R4, припаянного в рассматриваемом случае непосредственно к утолщённым частям выводов 2 и 3 микросхемы на расстоянии около 2 мм от её корпуса. Вывод 2 укорочен, отверстие для него на платах не предусмотрено. Выводы 1 и 3 микросхемы DA1 припаяны соответственно к выводам 6 и 4 микросхемы DA2 (рис. 3) либо впаяны в имеющиеся в плате отверстия (рис. 4). Поскольку эти отверстия находятся под оптроном U1, выводы микросхемы DA1 следует соответствующим образом отформовать и впаять её первой, а затем впаять оптрон. "Лишние" выводы оптронов MOC3023 перед установкой их на обе платы должны быть удалены.

Постоянные резисторы стабилизатора — типоразмера 0603 для поверхностного монтажа, за исключением резистора R10, типоразмер которого 2512. Этот резистор устанавливают перпендикулярно поверхности платы, припаяв один его вывод к выступающей из платы части вывода стока транзистора VT1. А другой — к одному из плеч вставленной в два соседних отверстия платы U-образной скобы из медного провода диаметром 1,2 мм. Второе плечо этой скобы служит выходным контактом стабилизатора.

Подстроечные резисторы R3 и R7 — PVZ3A для поверхностного монтажа. Конденсаторы C4, C5, C6, C8 — типоразмера 0805 для поверхностного монтажа. Оксидные конденсаторы C1, C2, C7 диаметром 8 мм и высотой 11 мм с низким ЭПС, а C3 — диаметром 8 мм и высотой 15 мм с низким импедансом, что существенно снижает размах пульсаций выходного напряжения.

Внешний вид собранного стабилизатора с микросхемой MC34072AMTTBG показан на **рис. 5** со стороны печатных проводников, а на **рис. 6** — со стороны установки полевого транзистора, оксидных конденсаторов, оптрона и стабилизатора тока. Хотя на фотоснимках выводы оксидных конденсаторов оголены, во избежание случайных замыканий на них рекомендуется одеть ПВХ или лучше фторопластовые трубки.

Начиная налаживание изготовленного стабилизатора, необходимо установить его выходное напряжение подстроечным резистором R7, подключив к выходу стабилизатора цифровой вольтметр или мультиметр в режиме вольтметра. В отсутствие нагрузки или с максимальной нагрузкой его показания не должны изменяться более чем на 10 мВ. Затем необходимо включить последовательно с нагрузкой амперметр и установить требуемый порог срабатывания защиты (например, 10 А).

Если требуется выходное напряжение, отличающееся от 15 В, желательно изменить сопротивление резистора R11, сохранив этим ток делителя R7R8R11 равным приблизительно 5 мА. Минимальное мгновенное значение входного напряжения (с учётом его пульсаций) при этом должно не менее чем на 1...1,5 В превышать выходное напряжение. Кроме того, напряжение на микросхеме LM334Z не должно быть больше 40 В, а напряжение питания микросхемы MC330723 (MC34072AMTTBG) — 44 В.

Если потребуется увеличить максимальный ток нагрузки и порог срабатывания токовой защиты свыше 10 А, следует иметь в виду, что допустимый ток стока транзистора IRFB4710 — 75 А. Но допустимая рассеиваемая этим транзистором мощность, равная 200 Вт, если поддерживать температуру его корпуса равной 25 °С, уменьшается на 1,4 Вт на каждый градус повышения температуры. Поэтому следует позаботиться о хорошем теплоотводе.

К сожалению, по схеме, комплементарной схеме рассмотренного стабилизатора, не удалось создать стабилизатор с регулирующим элементом в плюсовом проводе и высокими параметрами. Размах пульсаций на выходе такого стабилизатора достигал 10...12 мВ, что автора никак не устроило. Поэтому при конструировании двухполярного источника питания для УМЗЧ было решено применить в нём сетевой трансформатор с двумя изолированными вторичными обмотками и мостовыми выпрямителями, подключив к ним два одинаковых стабилизатора, рассмотренных выше. Плюсовой провод одного стабилизатора и минусовый провод другого соединены на выходе. Схема такого источника показана на **рис. 7**.

В выпрямительных мостах применены сборки из двух диодов с барьером Шотки MBRF2045CTG (VD1—VD8), диоды каждой из которых соединены параллельно. Падение напряжения на таких диодах при токе 10 А не превышает 0,5 В, что значительно меньше, чем на обычных кремниевых диодах. Это позволяет снизить потери напряжения вторичных обмоток трансформатора на выпрямительных мостах и уменьшить рассеиваемую диодами мощность.

Применены диодные сборки в полностью изолированных корпусах (о чём свидетельствует буква F в обозначении). Это позволило закрепить их без изолирующих прокладок на общем игольчатом теплоотводе с площадью поверхности охлаждения около 160 см^2.

Следует добавить, что, пожертвовав одним вольтом напряжения каждой вторичной обмотки, вполне можно использовать вместо восьми сборок диодов два выпрямительных моста GBU25M.

Рис. 3

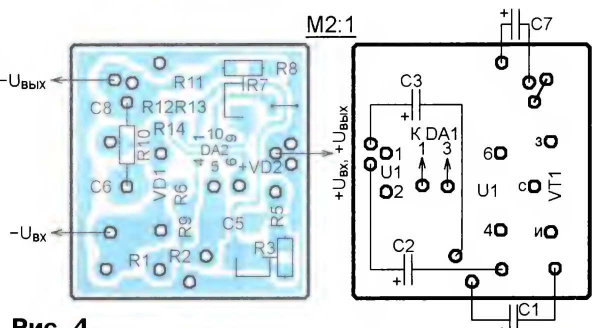


Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Стоимость каждого из них сравнима со стоимостью одной сборки. Кроме того, мосты GBU25M проще монтировать (общее число выводов — 8, а у восьми диодных сборок — 24) и крепить к теплоотводу (требуются всего два винта вместо восьми).

Трансформатор Т1 — на тороидальном магнитопроводе мощностью 300 Вт с двумя вторичными обмотками на 15 В каждая.

Трёхцветные светодиоды ARL-5213RGBC/4A (HL1 и HL2) служат индикаторами наличия напряжения на выходах стабилизаторов и их перехода в защитный режим. Они имеют вывод общего анода и три вывода от катодов кристаллов каждого (красного, зелёного и синего) цвета свечения. Светодиод HL1 — индикатор состояния канала напряжения −15 В, а светодиод HL2 — индикатор состояния канала напряжения +15 В.

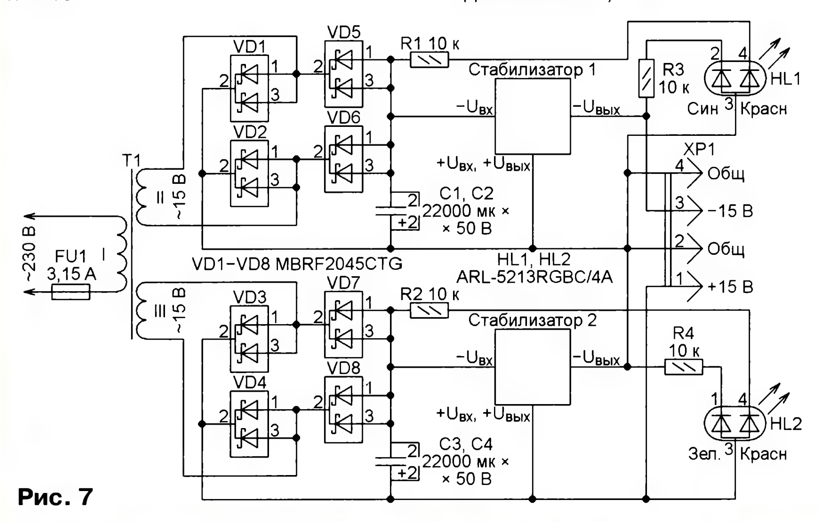


Рис. 7

Если стабилизатор выходного напряжения −15 В работает нормально (имеется напряжение как на его входе, так и на выходе), включены красный и синий кристаллы светодиода HL1, а цвет его свечения — сиреневый. После срабатывания защиты выходное напряжение стабилизатора резко уменьшается, синий кристалл светодиода HL1 выключается, цвет его свечения становится красным. При нормальной работе стабилизатора напряжения +15 В включены красный и зелёный кристаллы светодиода HL2, поэтому цвет его свечения жёлтый. В случае перегрузки зелёный кристалл гаснет, поэтому цвет свечения светодиода HL2 становится красным.

Светодиоды ARL-5213RGBC/4A (круглые в матовом корпусе диаметром 5 мм и длиной 6 мм) можно заменить другими трёхцветными с общим анодом. Например, продающимися в зарубежных интернет-магазинах светодиодами 255 RGB LED (в прямоугольном корпусе с плоским торцом размерами 2×5 мм и высотой 5 мм). Светодиоды размещены на передней панели корпуса источника питания. Резисторы R3 и R4 припаяны непосредственно к их выводам и соединены проводами с входами и выходами стабилизаторов. Монтаж силовых цепей выполнен изолированным многожильным медным проводом с сечением по меди не менее 1,5 мм^2.

При испытании блока напряжение на входах стабилизаторов $U_{вх}$ измерялось стрелочным вольтметром. К выходам стабилизаторов в качестве нагрузки подключались параллельно в различных сочетаниях резисторы 10 Ом 10 Вт, 5 Ом 70 Вт (две штуки) и 4 Ом 50 Вт, что при выходном напряжении 15 В позволяло получить несколько значений тока нагрузки — от 1,5 А до 11,25 А. Ток нагрузки измерял стрелочный амперметр, а выходное напряжение $U_{вых}$ — цифровой мультиметр с ценой младшего разряда 0,01 В. Пульсации напряжений $U_{вх}$, $U_ф$ и $U_{вых}$ автор наблюдал на экране двухканального цифрового осциллографа с закрытыми входами.

Осциллограммы жёлтого цвета на **рис. 8** и **рис. 9** показывают пульсацию напряжения $U_{вх}$ при токе нагрузки немного больше 9 А. Коэффициент отклонения по вертикали — 0,5 В/дел. Размах пульсаций от пика до пика — 1,22 В.

Осциллограмма голубого цвета на рис. 8 — пульсации напряжения $U_ф$ на выходе фильтра питания ОУ при том же токе нагрузки стабилизатора. Здесь коэффициент отклонения по вертикали — 20 мВ/дел. Размах пульсаций — 55,2 мВ.

Осциллограмма голубого цвета на рис. 9 — пульсации выходного напряжения стабилизатора $U_{вых}$ при указанном выше токе нагрузки. Коэффициент отклонения по вертикали — 2 мВ/дел. Размах пульсаций — 1,84 мВ. Таким образом, стабилизатор подавил пульсации в 1,22/0,00184 = 663 раза (на 56,4 дБ).

Скорость развёртки на всех осциллограммах одинакова — 2 мс/дел. Основная частота пульсаций — 100 Гц.

При всех измерениях мгновенные значения входного напряжения не опускались ниже 16,5 В. Другими словами, падение напряжения на стабилизаторах было не менее 1,5 В.

Выходное напряжение стабилизаторов, измеренное цифровым вольтметром непосредственно на правом по схеме рис. 1 выводе резистора R10, при изменении тока нагрузки от 0 до 10 А оставалось неизменным. Значит, его нестабильность не превысила цены младшего разряда индикатора вольтметра (10 мВ).

Следует учитывать, что при подключении нагрузки к разъёму XP1 на соединительных проводах неизбежно падает часть стабилизированного напряжения. Например, если использовать трёхпроводный кабель ПУГНП (ПБППГ) с проводами сечением 2,5 мм^2 и удельным сопротивлением 27 мОм×мм^2/м, то при токе 10 А и длине кабеля 1 м падение напряжения будет 108 мВ — около 10 мВ на каждый ампер тока. Поэтому для соединения блока питания с нагрузкой (например, УМЗЧ)

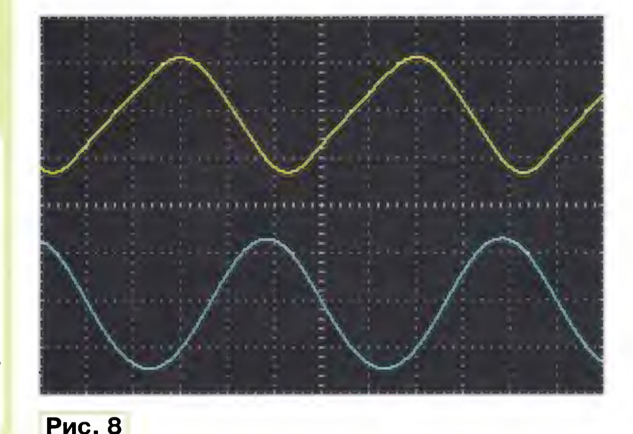


Рис. 8

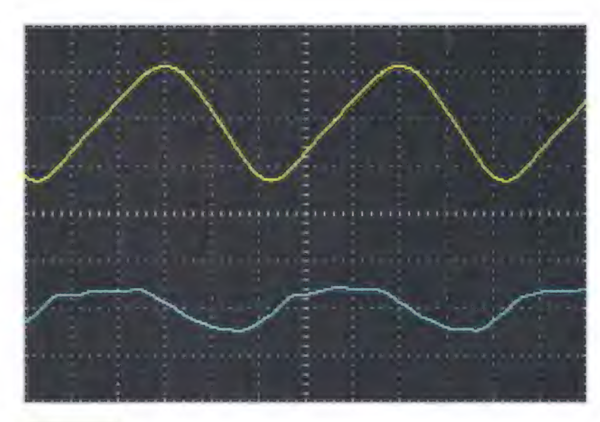


Рис. 9

рекомендуется использовать кабель как можно короче и возможно большего сечения. Автор применяет трёхпроводный кабель ПУГНП 3×4 мм^2 длиной не более 0,5 м. Падение напряжения на нём не превышает 3,4 мВ на каждый ампер тока. Этот кабель как нельзя лучше подходит для заделки в разъём XS20JK-4P (ответную часть разъёма XP1 XS20JK-4P(M)) с максимальным током 25 А на контакт. Соединение блока питания с УМЗЧ показано на **рис. 10**.

Стабилизаторам с активными фильтрами на мощных полевых транзисторах [1, 2, 4, 5], где размах пульсаций выходного напряжения не более 1 мВ, стабилизатор, описанный в статье, проигрывает всего в два раза (не более 2 мВ). Однако его несомненное преимущество — защита по току, которой нет у ранее разработанных автором стабилизаторов с активными фильтрами. Кроме того, описанный стабилизатор содержит всего один

Рис. 10

мощный полевой транзистор, а стабилизаторы [1, 2, 4, 5] — по два. Поэтому он дешевле, малогабаритнее, проще в изготовлении и, по-видимому, надёжнее. Рекомендую его читателям.

Хотя, согласно рассмотренным выше осциллограммам, размах пульсаций на правом по схеме рис. 1 выводе резистора R10 при токе нагрузки 9 А не превышает 2 мВ, на конце провода, соединяющего блок питания с нагрузкой, этот размах может возрасти до 3...5 мВ. При увеличении тока до 9,2...9,3 А он ещё незначительно возрастает, однако после 9,3 А быстро растёт и при токе, близком к 10 А, может сравняться с размахом пульсации на входе стабилизатора. Но поскольку при таком токе уже срабатывает защита, большого значения это не имеет. Другими словами, размах пульсаций не более 2 мВ гарантирован в интервале тока нагрузки 0...9 А.

Применение пассивного двухзвенного RC-фильтра в цепи питания ОУ, полевого n-канального полевого транзистора с большим пороговым напряжением и ОУ с нижним уровнем ограничения выходного напряжения, близким к напряжению на минусовом выводе питания, позволило получить надёжно работающий стабилизатор напряжения с регулирующим элементом в минусовом проводе и размахом пульсаций не более 2 мВ в интервале тока нагрузки 0...9 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кузьминов А.** Стабилизаторы напряжения с активным фильтром. — Радио, 2017, № 5, с. 16—19.
2. **Кузьминов А.** Усовершенствованные стабилизаторы напряжения с активным фильтром. — Радио, 2017, № 9, с. 18, 19.
3. **Хоровиц П., Хилл У.** Искусство схемотехники. — М.: Мир, 1993.
4. **Кузьминов А.** Активный фильтр на мощном полевом транзисторе. — Современная электроника, 2016, № 3, с. 68—75.
5. **Кузьминов А.** Применение инструментального усилителя для мостового включения двух мощных ОУ. Часть 3. — Современная электроника, 2017, № 6, с. 74—80.

***От редакции**. Файл печатных плат в формате Sprint Layout 6.0 имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/04/stab.zip** на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Устройство для экспериментов с Ni-Mh аккумуляторами типоразмеров АА и ААА с новой программой

С. КАМИНСКИЙ, г. Киев, Украина

Описание этого устройства было опубликовано в журнале "Радио" № 3 за 2014 г. на с. 21—24. Оно предназначено для зарядки одиночных аккумуляторных элементов с номинальным напряжением до 2 В. Позволяет менять режим зарядки в широких пределах, подбирая оптимальный для конкретного аккумулятора. За прошедшее время автор, не внося в прибор аппаратных изменений, разработал несколько версий программы его микроконтроллера. Последнюю из них (v. 9) он предлагает читателям.

Прибор хранит в EEPROM микроконтроллера восемь различных профилей зарядки аккумуляторов. Эти профили можно корректировать из меню настроек. В рабочем меню доступны три состояния прибора: "Стоп", "Разрядка" и "Зарядка", которые переключают по кругу нажатиями на кнопку SB1. Состояние "Зарядка" имеет четыре ступени, отличающиеся значениями зарядного тока, которые устанавливают в меню настроек для каждой ступени каждого профиля и запоминают в EEPROM микроконтроллера. Прибор завершает зарядку в следующих ситуациях:

— аккумулятор получил всё количество электричества (заряд), предусмотренное профилем;

— температура аккумулятора превысила установленный порог;

— температура аккумулятора за четыре минуты возросла на 2 °С;

— напряжение аккумулятора превысило установленный порог;

— напряжение аккумулятора перестало расти, а затем понизилось;

— была нажата кнопка SB1.

Если питание прибора включают при отпущенных кнопках, он начинает работать в состоянии "Стоп" рабочего меню. В нём нажатиями на кнопку SB2 выбирают из восьми возможных (номера от 0 до 7) профиль, подходящий для подлежащего зарядке аккумулятора. Пример изображения на ЖКИ в режиме "Стоп" показан на **рис. 1**.

```
7  1,13          U
38C Us03      1000
```

Рис. 1

```
7 ↓0,83 327   157
38C00:32 0,51000
```

Рис. 2

```
71↑0,83 327   998
38C14:32 1,5-,01
```

Рис. 3

В верхней строке:

7 — номер профиля;

1,13 — напряжение на аккумуляторе без нагрузки, В;

U — признак включённого контроля завершения зарядки по достижении заданного напряжения (по умолчанию 1,52 В, изменить его можно только редактированием файла Asm_Ak.eep и загрузкой его в EEPROM).

В нижней строке:

38С — текущая температура аккумулятора, °С;

Us03 — название профиля (максимум четыре символа);

1000 — количество электричества, поступившее на аккумулятор, при котором зарядка будет прекращена (его можно изменить в меню настроек), мА·ч.

Если ни один профиль не подходит, можно, войдя в меню настроек, отредактировать должным образом любой из имеющихся.

Нажатием на кнопку SB1 переходят из состояния "Стоп" в состояние "Разрядка". На ЖКИ будет выведена информация, подобная показанной на **рис. 2**.

В верхней строке:

7 — номер профиля;

↓— признак идущей разрядки;

0,83 — текущее напряжение на аккумуляторе, измеренное при выключенном токе разрядки, В;

327 — текущее значение тока разрядки, мА;

157 — количество электричества, отданное аккумулятором за время, прошедшее с начала разрядки, мА·ч.

Нижняя строка:

38С — текущая температура аккумулятора, °С;

00:32 — время, прошедшее с начала разрядки, ЧЧ:ММ;

0,5 — приращение температуры аккумулятора за последние четыре минуты, °С;

1000 — предполагаемое исходное количество электричества в аккумуляторе, мА·ч.

В приборе предусмотрены три фиксированных значения разрядного тока. В процессе разрядки они сменяются по очереди от большего к меньшему. Фактическое число используемых значений (одно, два или три) устанавливают в меню настроек отдельно для каждого профиля. Переключение разрядного тока происходит, когда напряжение аккумулятора упало до заданного в меню настроек отдельно для каждого профиля значения (0,8...1,1 В). По достижении этого значения при минимальном токе разрядка прекращается, после чего выдерживается пауза для вычисления отданного аккумулятором количества электричества. После этого прибор переходит в состояние "Зарядка". Разрядку можно пропустить, нажав на кнопку SB1.

В состоянии "Зарядка" экран ЖКИ выглядит, как показано на **рис. 3**.

В верхней строке:

7 — номер профиля;

1 — номер ступени зарядки;

↑ — признак идущей зарядки;

0,83 — текущее напряжение аккумулятора (при выключенном токе зарядки), В;

327 — вычисленное текущее значение тока зарядки, мА;

998 — текущее значение поступившего на аккумулятор количества электричества, мА·ч.

В нижней строке:

38С — текущая температура аккумулятора, °С;

14:32 — время, прошедшее с начала зарядки, ЧЧ:ММ;

1,5 — приращение температуры аккумулятора за последние четыре минуты, °С;

0,01 — приращение напряжения на аккумуляторе за последние четыре минуты, В.

При приращении температуры на 2 °С и более или при отрицательном приращении напряжения зарядка прекращается. Если её прекращение произошло по одной из этих причин, на ЖКИ будет выведена соответствующая надпись (dU или dtC). О завершении разрядки, зарядки или аварийной ситуации прибор подаёт звуковой сигнал.

В рассматриваемом устройстве использован импульсный способ зарядки аккумулятора в двух вариантах — с коротким импульсом разрядки и без него. Зарядный импульс длится около 1 с, после чего программа закрывает зарядные ключи, выдерживает паузу 10 мс и измеряет напряжение на аккумуляторе. После этого прибор подаёт короткий (длительностью

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

5 мс) импульс разрядного тока (если он разрешён), а затем снова включает зарядный ток. Наличие или отсутствие импульса разрядки задают в каждом профиле.

Предусмотрены четыре ступени зарядки, для каждой из которых можно задать ток от 50 до 750 мА с шагом 50 мА. Первая ступень — тренировочно-разгонная. Ток каждую минуту возрастает на 50 мА, начиная со значения, указанного для первой ступени, и заканчивая значением, указанным для второй ступени. Поэтому первая ступень может длиться до 15 мин.

Вторая ступень — основная. Током, заданным для неё в профиле, аккумулятору сообщают 87 % указанного там количества электричества. Третья ступень заданным для неё током доводит заряженность аккумулятора до 93 %. Окончательная дозарядка происходит на четвёртой ступени, для которой обычно задают наименьший зарядный ток.

Если зарядка в четыре ступени не требуется, можно просто продублировать значения тока для нескольких ступеней. Меняя в профиле значения тока и сообщаемого количества электричества, удаётся настроить прибор в пределах его возможностей на работу с аккумулятором любой ёмкости. Сведения о восьми профилях разрядки—зарядки аккумуляторов микроконтроллер хранит в своей энергонезависимой памяти (EEPROM), содержимое которой не искажается при выключении и повторном включении питания.

По завершении зарядки прибор переходит в режим ожидания с индикацией последнего значения тока зарядки, сообщённого аккумулятору количества электричества и израсходованного на разрядку—зарядку времени. Если в этом состоянии прибора извлечь из него аккумулятор, то вместо тока зарядки на ЖКИ будет выведено количество электричества, отданного аккумулятором во время разрядки, предшествовавшей зарядке. При выключении питания эта информация не сохраняется. Подсчитывая время, израсходованное на разрядку и зарядку аккумулятора, прибор не учитывает паузы для остывания аккумулятора в случае его перегрева и при переходах к следующим ступеням зарядки.

Прибор предназначен, прежде всего, для экспериментов с аккумуляторами, восстановления ёмкости старых аккумуляторов и лишь в последнюю очередь для регулярной зарядки, для которой есть много других зарядных устройств. Он не имеет защиты от неправильно заданных параметров и ошибочных действий оператора. Возможность установить индивидуальный для данного аккумулятора режим зарядки может продлить срок его службы, однако этот срок может и сократиться при неправильно выбранном режиме. Поэтому, приступая к экспериментам, рекомендую внимательно изучить справочные данные и документацию производителя на конкретный аккумулятор.

Прибор реагирует одним коротким звуковым сигналом на нажатую кнопку, оповещает двумя такими сигналами о завершении разрядки аккумулятора, двумя и следом тремя сигналами — об остановке зарядки после превышения температуры, тремя сигналами — о сохранении в EEPROM изменений в профиле. Пять звуковых сигналов информируют, что зарядка завершена в связи с передачей аккумулятору заданного количества электричества либо с прекращением роста и понижением напряжения аккумулятора, либо с ростом температуры более чем на 2 °С за четыре последние минуты.

Меню контроля. Для входа в него прибор нужно включить при нажатой кнопке SB1. Это меню позволяет контролировать напряжение на аккумуляторе в процессе разрядки различным током. По результатам контроля можно оценить внутреннее сопротивление аккумулятора и выяснить его способность работать под нужной нагрузкой. В отличие от состояния "Разрядка", в меню контроля измерение напряжения аккумулятора происходит под нагрузкой, а не в её отсутствие. Пример информации, отображаемой на ЖКИ, показан на **рис. 4**.

Верхняя строка:

1 — номер значения тока разрядки (0—3);

0,83 — напряжение на аккумуляторе, В;

127— разрядный ток, мА;

** — индикаторы включённых резисторов разрядки.

Нижняя строка:

38С — температура аккумулятора, °С.

```
 1 0,83 127   **
38C
```

Рис. 4

```
1800 1 1,0**3400
1F62 35C 1,52+NY
```

Рис. 5

Нажатиями на кнопку SB1 четыре возможных значения разрядного тока (в том числе нулевое) переключают в сторону увеличения, а на кнопку SB2 — в сторону уменьшения. Внутреннее сопротивление аккумулятора прибор не вычисляет, это следует делать самостоятельно исходя из измеренных значений напряжения и тока. Выходят из меню контроля только выключением прибора.

Меню настроек. Для входа в него прибор нужно включить при нажатой кнопке SB2. На ЖКИ отобразится информация, аналогичная показанной на **рис. 5**.

Верхняя строка:

1800 — имя текущего профиля;

1 — импульс разрядки разрешён;

1,0 — предельное напряжение разрядки, В;

** — состояние двух резисторов разрядки (* — резистор включён, пробел — выключен);

3400 — количество электричества, по достижении которого будет завершена зарядка, мА·ч.

Нижняя строка:

1 — код первой ступени тока зарядки (50 мА);

F — код второй ступени тока зарядки (50×15=750 мА);

6 — код третьей ступени тока зарядки (50×6=300 мА);

2 — код четвёртой ступени тока зарядки (50×2=100 мА);

35С — температура остановки разрядки или перехода на следующую ступень зарядки, °С;

1,52 — напряжение остановки зарядки, В;

+ — остановка зарядки по превышению напряжения разрешена (пробел — запрещена);

N — не разрешено сохранение изменений в EEPROM при нажатии на кнопку SB1 (Y — разрешено);

Y — разрешено сохранение изменений в EEPROM при нажатии на кнопку SB2 (N — не разрешено).

Нажатиями на кнопку SB1 перебирают параметры в профилях. Значение выбранного для изменения параметра (в том числе и номера профиля) мигает. Нажатиями на кнопку SB2 изменяют значение этого параметра в заданных в программе пределах. Выходят из меню настроек выключением питания прибора.

Файл Asm_Ak.eep и его использование. Этот файл содержит образ содержимого EEPROM по умолчанию, которым программа микроконтроллера пользуется, пока в EEPROM не будут внесены изменения с помощью меню настройки. Однако в меню не предусмотрено изменение некоторых параметров, корректировать которые можно лишь прямым редактированием указанного файла с последующей загрузкой его в EEPROM.

Прежде всего, это имена восьми профилей, область которых в EEPROM начинается с нулевого адреса, а каждое занимает четыре байтовых ячейки. По адресу $A0 указано предельное напряжение завершения зарядки, по адресу $A1 — напряжение, ниже которого не действует алгоритм прекращения зарядки по отрицательному приращению напряжения, по адресу $A2 — приращение температуры аккумулятора за четыре минуты, превышение которой прекращает зарядку. По адресу $A3 — наибольший номер профиля. Напряжения указывают целыми числами в десятках милливольт, а приращение температуры — в целых градусах Цельсия.

__От редакции__. Новая версия программы микроконтроллера прибора находится по адресу __ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/04/Akk-v9.zip__ на нашем FTP-сервере.

Усилитель к стационарному компьютеру

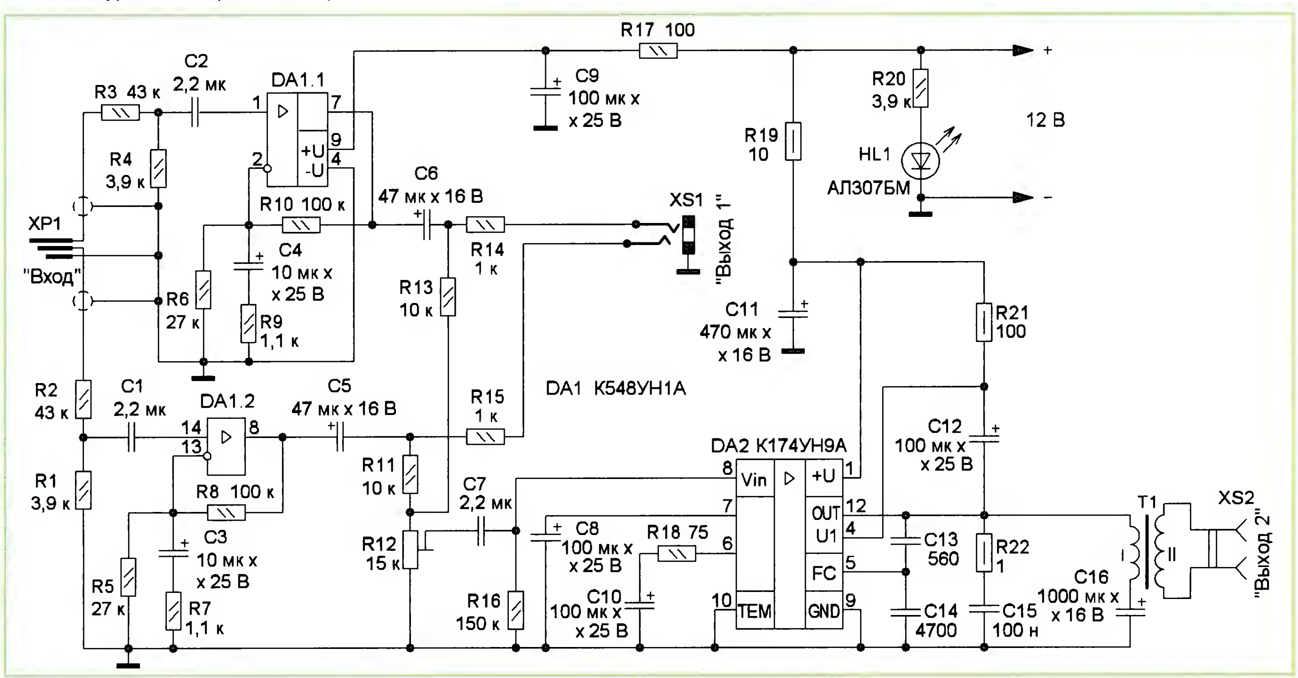
А. ВИШНЕВСКИЙ, г. Луганск, Украина

При покупке настольного компьютера было решено не приобретать компьютерные колонки, а для воспроизведения звука использовать музыкальный центр. Но при его подключении обнаружился небольшой недостаток. После воспроизведения звукового файла с компьютера, а потом при подключении тюнера или CD-проигрывателя самого музыкального центра громкость была очень большой, что действовало раздражающе. Причина была в том, что уровень выходного сигнала со звуковой карты компьютера оказался значительно меньше номинального входного уровня напряжения музыкального центра, поэтому приходилось устанавливать регулятором громкости большую чувствительность. Для устранения этого недостатка потребовался дополнительный усилитель ЗЧ, который доведёт уровень звукового сигнала до номинальной чувствительности музыкального центра. Кроме того, для прослушивания монофонического сигнала на малогабаритном громкоговорителе, было решено сделать мощный одноканальный УМЗЧ. Это позволит не включать музыкальный центр.

Схема комбинированного усилителя показана на **рисунке**. Дополнительный усилитель ЗЧ собран на микросхеме DA1 (К548УН1А). Микросхема включена по типовой схеме. Штекер XP1 подключают к линейному выходу звуковой карты компьютера. Стереосигнал в каждом канале усиливают по напряжению усилители DA1.1 и DA1.2. Сигнал через резисторы R14 и R15 поступает на гнездо XS1 "Выход 1", к которому подключают музыкальный центр. На резисторах R11—R13 собран сумматор стереосигнала, который поступает на УМЗЧ, собранный на микросхеме DA2 (К174УН9А). Эта микросхема также включена по типовой схеме. Но в качестве нагрузки использован звуковой трансформатор от абонентского громкоговорителя. Низкоомная обмотка использована как первичная, а напряжение вторичной (30 В) поступает на абонентский громкоговоритель проводного радиовещания, в котором имеется регулятор громкости. Автор использует миниатюрный абонентский громкоговоритель (радиоточка) "Кировоград" размерами 110×75×40 мм. Этот усилитель и громкоговоритель удобно использовать для переговоров по Skype, при просмотре видеофайлов и т. п., при этом включать музыкальный центр нет необходимости. В цепь питания дополнительного усилителя установлен RC-фильтр R17C9, а в цепь питания УМЗЧ — фильтр R19C11. Светодиод HL1 сигнализирует о наличии питающего напряжения. Питается устройство постоянным стабилизированным напряжением 12 В от сетевого источника питания "Электроника Д2-27". Можно применить и другой источник питания напряжением 12 В с допустимым током 0,5 А.

Устройство собрано на макетной двухсторонней печатной плате размерами 140×100 мм, одна сторона которой, со стороны деталей, не стравливается и служит экраном и общим проводом. Плата установлена в металлический корпус соответствующего размера. Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечные резисторы — СПО, СП3-3, СП3-38б. Оксидные конденсаторы — К50-35 или аналогичные импортные, остальные — К73-17, К73-9. Трансформатор — ТАГ-III-3П без доработок из абонентского трёхпрограммного громкоговорителя "Раздан-203". Микросхему К548УН1А можно заменить импортным аналогом LM381, микросхему К174УН9А — К174УН7. Светодиод может быть любого цвета диаметром корпуса 3...5 мм и допустимым током до 10 мА. Вилка XP1 — стандартный стереоштекер диаметром 3,5 мм и соответствующее ему гнездо XS1 с таким же диаметром. Гнездо XS2 — розетка для приёмника проводного радиовещания. Для подачи питающего напряжения можно применить гнездо и вилку любого типа, рассчитанное на ток до 0,5 А.

Перед первым включением усилителя необходимо проверить монтаж на отсутствие ошибок. Затем подать напряжение питания 12 В. Подборкой резистора R6 надо получить на выводе 7 усилителя DA1.1 постоянное напряжение, равное половине напряжения питания. Подборкой резистора R5 надо сделать тоже самое и на выходе усилителя DA1.2. Потом соединяют выход звуковой карты компьютера с входом дополнительного усилителя, а выход дополнительного усилителя — со входом "CDR" музыкального центра. Включают в компьютере воспроизведение аудиофайла, и системным регулятором общей громкости в компьютере устанавливают одинаковый на слух уровень громкости при воспроизведении аудиофайла и, например, при включённом тюнере на музыкальном центре. В заключение резистором R12, при воспроизведении аудиофайла, устанавливают максимальную, но не искажённую громкость в абонентском громкоговорителе.



"Второе дыхание" зигзагообразных антенн Харченко

В. МИЛКИН, Н. КАЛИТЁНКОВ, В. ЛЕБЕДЕВ, А. ШУЛЬЖЕНКО, г. Мурманск

С начала 60-х годов прошлого века, когда были опубликованы статьи Константина Павловича Харченко [1] и [2], эти удивительные антенны стали уже классическими. Несмотря на почтительный для радиотехники возраст, они до сих пор востребованы и не претерпели значительных конструктивных изменений. И казалось, что это навсегда. Но ниже предложено целое направление совершенствования зигзагообразных антенн, появившееся в связи с трудностями их использования при освоении всё более высокочастотных диапазонов.

Рис. 2

В 2017 г. отмечался 50-летний юбилей ввода в эксплуатацию Останкинской телебашни. Именно в то время появилась возможность расширить зону уверенного приёма телевизионных сигналов за счёт рекордной тогда высоты подъёма передающих антенн, а у радиолюбителей появились надежды на дальний приём телевидения, в том числе в связи с повышенной мощностью новых передатчиков. Антенны Харченко в этой ситуации оказались самыми незаменимыми. Во всей стране, не только в Подмосковье, стали использовать эти уникальные конструкции, доступные для изготовления в любых условиях каждому, кто мог держать в руках простые инструменты. Таких людей было много, а слухи о "дальнобойности" антенн Харченко множили ряды желающих их смастерить.

Широкому внедрению зигзагообразных антенн способствовало преимущественное использование низкочастотной части метрового диапазона телевизионных частот, где нужны антенные конструкции большого размера. В самом простом варианте такие антенны изготавливали из недефицитного сетевого шнура, закреплённого с помощью фарфоровых роликов на деревянных распорках. Такая антенна наглядно показана на обложке журнала "Радио" № 3 за 1961 г. (**рис. 1**).

Рис. 1

Прокладка коаксиального кабеля к точкам питания антенны по одному из плеч её полотна обеспечивала его симметрирование и хорошее согласование с антенной в широкой полосе частот. А она была обеспечена скелетной конструкцией плеч, выполненных из нескольких параллельных проводов.

Однако с постепенным переходом телевизионного вещания на всё более высокие частоты в область дециметровых волн вместо пространственных скелетных плеч стали применять минимизированные монолитные конструкции. Для сохранения симметрии полотен таких антенн при их уменьшенных размерах коаксиальный кабель стали прокладывать внутри трубчатых проводников плеч. Особенно сложно оказалось это делать в двойных треугольных зигзагообразных антеннах, где прокладываемый кабель приходилось изгибать под углом до 135°, не соблюдая ограничений на радиус его изгиба.

Наравне с распространённым соединением точек нулевого потенциала полотен зигзагообразных антенн с заземлёнными несущими конструкциями или рефлектором этот приём в некоторых случаях применяют и при прокладке питающего кабеля. Его располагают в плоскости, перпендикулярной полотну антенны и проходящей через точки нулевого потенциала, но при обязательном симметрировании. Такой способ применён и во вновь возрождённых на промышленном уровне антеннах, выпускаемых под торговыми марками "Дельта Н-118.F" и "Дельта Н-118А.F" с 2017 г. (**рис. 2**).

Эти зигзагообразные с угловым рефлектором телевизионные индивидуальные антенны предназначены для приёма сигналов эфирного цифрового и аналогового телевещания с горизонтальной поляризацией в диапазоне дециметровых волн (телевизионные каналы 21—60) и не уступают, а в некоторых случаях даже превосходят освоенную ранее продукцию. Кабель, соединяющий антенну с телевизором, подводят к разъёму на корпусе узла симметрирования/усиления, расположенному на вертикальной линии симметрии антенны. К этому же корпусу прикреплено облегчённое и упрощённое проволочное зигзагообразное полотно. Попытка систематизации развития подобных антенн с рассмотрением промежуточных версий была сделана в статье [3].

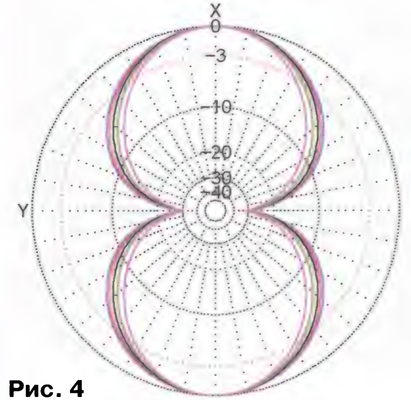
Особого внимания заслуживает узел соединения выходящего из трубчатого проводника коаксиального кабеля с симметричным полотном антенны. Наиболее отвечает предъявляемым требованиям подключение экранирующей оплётки кабеля к тому плечу, внутри которого он проложен, а центрального проводника кабеля — к противоположному плечу. Здесь достигается полное симметрирование, так как сигналы принимают только

проводники верхней и нижней рамок "зигзагов". Оплётка кабеля, спрятанного внутрь трубчатого проводника, в приёме не участвует. Оптимальное согласование обеспечено тем, что выходное сопротивление параллельно соединённых рамок близко к волновому сопротивлению коаксиального кабеля.

В наиболее неприспособленной к внутренней прокладке кабеля двойной треугольной антенне предлагаем потеснить описанный выше метод его подключения. Для этого нужно продлить верхнюю рамку зигзагообразной антенны от точек питания двухпроводной линией из таких же трубчатых проводников. Если закоротить эту линию на расстоянии $0{,}25\lambda_{раб}$ от точек питания рамки, то её выходное сопротивление не изменится. Далее можно восстановить нижнюю рамку — воссоздать полноценную зигзагообразную антенну.

Проложить кабель до точек питания без изгибов теперь можно внутри любого из трубчатых проводников двухпроводной линии. На практике в двойной треугольной антенне двухпроводную линию вполне достаточно закоротить основанием нижнего треугольника без введения дополнительных деталей, что упрощает конструкцию антенны и повышает технологичность её изготовления. Ввиду того что токи в проводниках двухпроводной линии равны и текут в противоположных направлениях, а сама она проходит в зоне точек нулевого потенциала, такая линия не влияет на параметры антенны.

Рис. 3



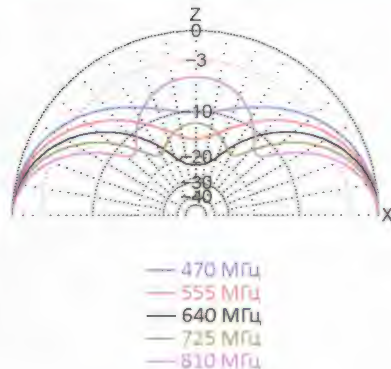


Рис. 4

В антенне, изображённой на **рис. 3**, верхняя треугольная рамка выполнена из трубок диаметром $0{,}015\lambda_{макс}$. Далее, пройдя через точки питания, они образуют двухпроводную линию, закороченную основанием нижней треугольной рамки. Такое техническое решение обеспечивает максимальную жёсткость конструкции. Расстояние между осями трубчатых проводников линии выбрано равным их удвоенному диаметру.

Антенну крепят к мачте в точке нулевого потенциала, находящейся посередине основания нижней рамки. Боковые стороны нижней рамки для упрощения технологии изготовления, снижения материалоёмкости и массы конструкции, а также повышения её устойчивости к ветровым нагрузкам выполнены из медных проводников уменьшенного до $0{,}005\lambda_{макс}$ диаметра. Коаксиальный кабель проложен напрямую внутри одного из трубчатых проводников двухпроводной линии. Он входит в него вблизи точки нулевого потенциала на основании нижней рамки, а выходит вблизи точек питания антенны [4].

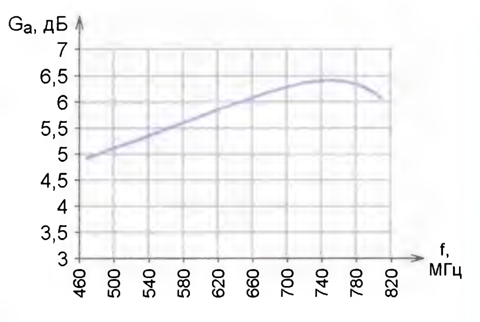


Рис. 5

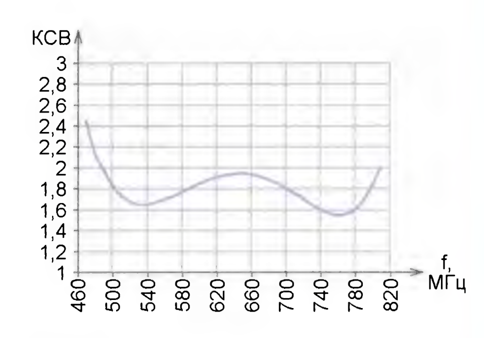


Рис. 6

Для перекрытия телевизионных каналов 21—60 дециметрового диапазона (средняя частота — 640 МГц) длина оснований треугольников выбрана равной 250 мм, а их боковых сторон — по 190 мм. Верхний треугольник, основание нижнего треугольника и двухпроводная линия выполнены из трубок диаметром 10 мм. Боковые стороны нижнего треугольника сделаны из проволоки диаметром 3,5 мм.

Описанная антенна была промоделирована в программе MMANA GAL. Файл её модели Модель1.maa имеется в приложении к статье. В результате моделирования были получены диаграммы направленности антенны в горизонтальной и вертикальной плоскостях (**рис. 4**), зависимость её коэффициента усиления относительно изотропного излучателя G_a от частоты (**рис. 5**) и коэффициента стоячей волны от частоты при волновом сопротивлении кабеля — 75 Ом (**рис. 6**).

Исходя из возможности размещения двухпроводного четвертьволнового короткозамкнутого шлейфа в нижней рамке вдоль оси симметрии зигзагообразной антенны, не исключено симметричное размещение идентичного элемента и в верхней рамке. Возможен даже вертикальный разнос рамок вдоль двухпроводной линии относительно точек питания.

Такая антенна изображена на **рис. 7**. Верхняя и нижняя треугольные рамки

Рис. 7

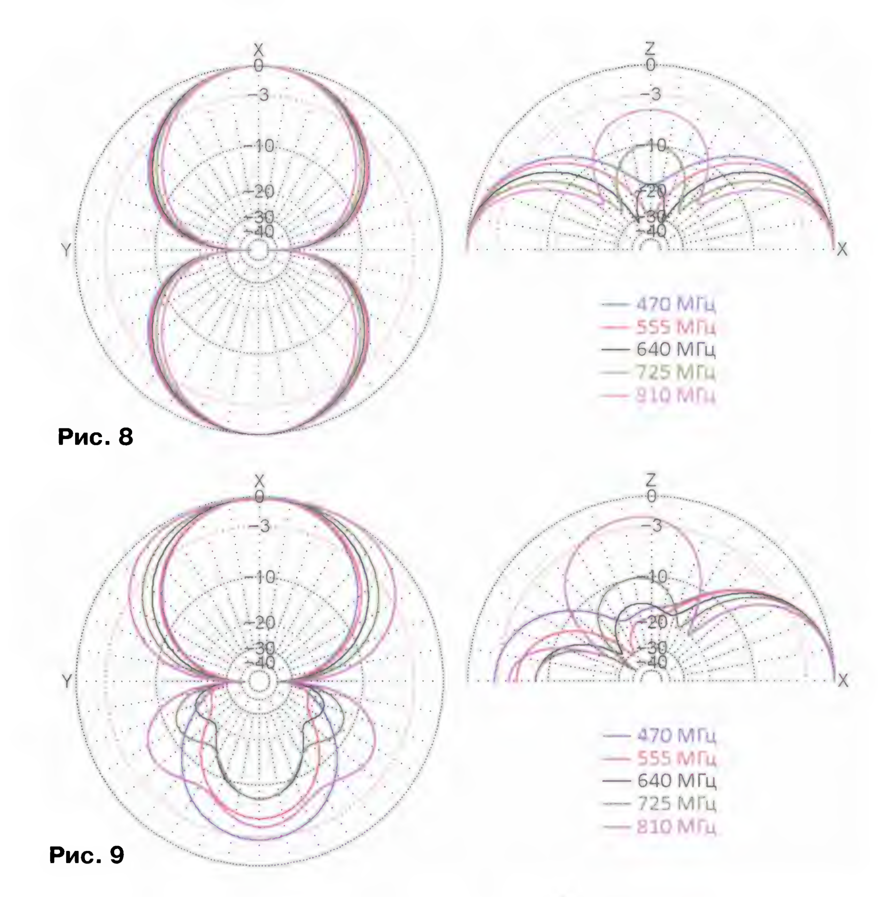


Рис. 8

Рис. 9

симметрично раздвинуты относительно точек питания на расстояние, близкое к разности $0,25\lambda_{max}$ и $0,25\lambda_{ср}$.

Длина оснований треугольников в этом случае — $0,5\lambda_{min}$, а их сторон — $0,25\lambda_{ср}$. Двухпроводная линия сделана из трубок диаметром 10 мм, а боковые

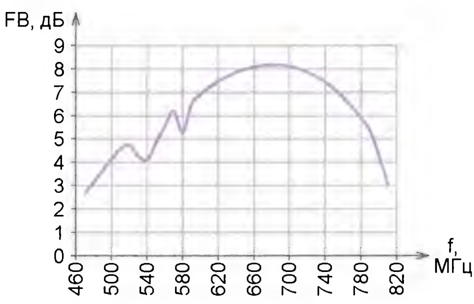


Рис. 10

стороны нижнего треугольника — из проволоки диаметром 4 мм. Возможен и вариант этой антенны с рефлектором, состоящим из шести горизонтальных проволок диаметром 2 мм и длиной 240 мм, расположенных с шагом по высоте 70 мм на расстоянии 171 мм за полотном антенны. К статье приложены компьютерные модели этих антенн в файлах Модель2.maa (без рефлектора) и Модель2р.maa (с рефлектором). Их расчётные диаграммы направленности показаны соответственно на **рис. 8** и **рис. 9**. На **рис. 10** изображена расчётная зависимость коэффициента подавления заднего

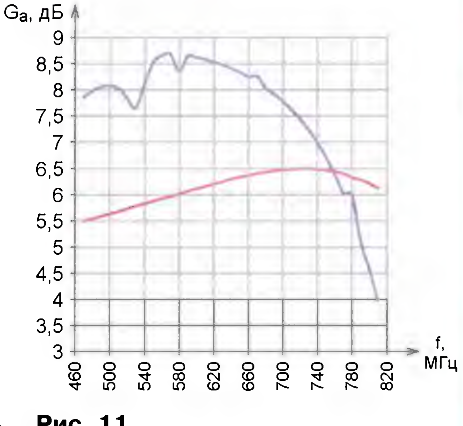


Рис. 11

лепестка диаграммы направленности антенны с рефлектором от частоты.

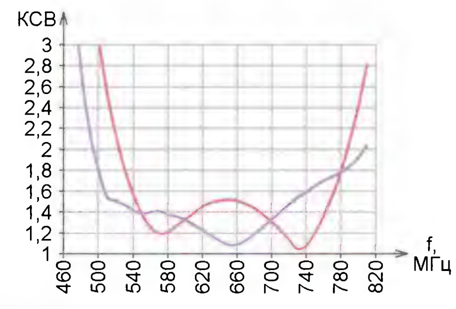


Рис. 12

Зависимости коэффициента усиления от частоты представлены на **рис. 11**, а коэффициента стоячей волны от частоты при волновом сопротивлении кабеля 75 Ом — на **рис. 12**. На последних двух рисунках графики для антенны без рефлектора изображены красными линиями, а для антенны с рефлектором — фиолетовыми. По сравнению с антенной, изображённой на рис. 3, согласование с кабелем улучшено, однако полоса частот, в которой КСВ менее 2, несколько уже. Вероятно, это связано с улучшением добротности антенной системы. Коэффициент усиления без рефлектора возрос незначительно.

Заслуживает внимания ещё один вариант зигзагообразной антенны. Один из проводников двухпроводной линии можно объединить с боковой стороной нижней рамки антенны. Это явно нарушает симметрию, порождая зигзагообразную антенну с асимметричным питанием. Такая конструкция обеспечивает вполне удовлетворительные электрические характеристики, сопоставимые с теми, которыми обладают некоторые промышленные образцы антенн.

Полотно зигзагообразной антенны с асимметричным питанием (**рис. 13**) имеет форму двойного треугольного вибратора. Оно образовано двумя соединёнными между собой незамкнутыми рамками, размещёнными в одной плоскости. К одной из точек их соединения подключён дополнительный про-

Рис. 13

вод, проложенный параллельно боковой стороне нижней рамки до места её соединения с основанием. Этот провод и прилежащая к нему сторона рамки образуют двухпроводную линию. Таким проводом может служить освобождённый от оплётки центральный проводник коаксиального кабеля, который прокладывают по основанию рамки от его середины к углу треугольника, где оплётку кабеля обрезают и соединяют с рамкой.

Дополнительный проводник, проложенный параллельно стороне рамки, образует с ней двухпроводную линию с постоянным по

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2018

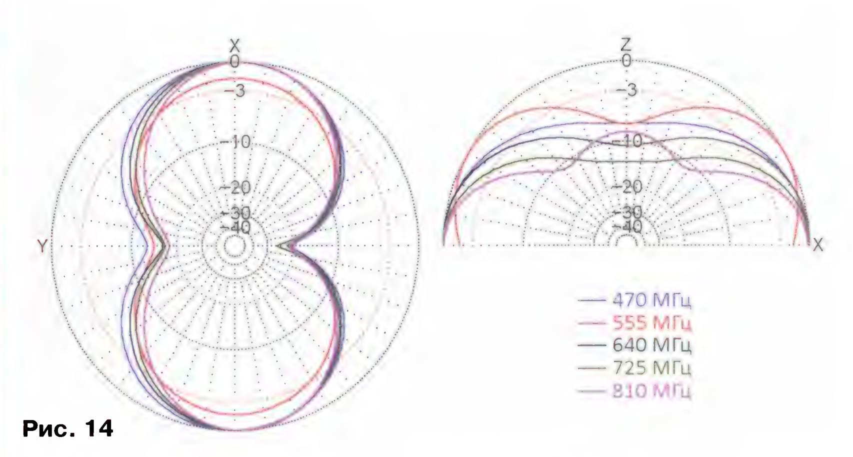


Рис. 14

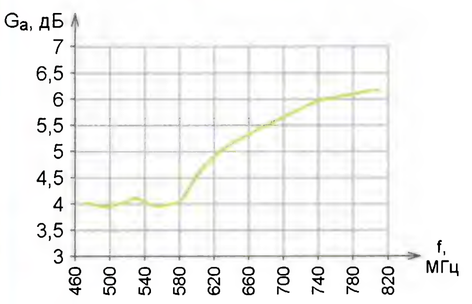


Рис. 15

Рис. 16

длине волновым сопротивлением. Но если проложить его под углом, волновое сопротивление станет переменным, что создаст своеобразный трансформатор сопротивления, который обеспечит лучшее согласование рамки с кабелем [5].

Файл компьютерной модели антенны с асимметричным питанием носит название Модель3.maa и тоже приложен к статье. Её расчётные диаграммы направленности изображены на **рис. 14**. На **рис. 15** показана зависимость коэффициента усиления от частоты, а на **рис. 16** — зависимость КСВ от частоты.

Несмотря на асимметричное питание, антенна формирует почти симметричную диаграмму направленности в горизонтальной плоскости с несколько заниженным коэффициентом усиления в низкочастотной части диапазона. Такие параметры объяснимы тем, что сторона треугольника, где создана двухпроводная линия, не принимает участия в приёме, что снижает коэффициент усиления, так как двухпроводная линия не излучает. Однако от места подключения оплётки кабеля к основанию нижнего треугольника, длина которого близка к $0{,}5\lambda_{min}$, ток растекается как по основанию треугольника, так и по оплётке кабеля. Это превращает обычно нежелательный антенный эффект кабеля в полезный, компенсирующий снижение коэффициента усиления в высокочастотной части рабочего диапазона.

При перекрёстном питании разнесённые на расстояние около $0{,}25\lambda_{min}$ верхняя рамка и диполь (основание нижнего треугольника) образуют своеобразную фазированную антенную решётку из разнородных элементов, в которой диполь работает на высокочастотном участке рабочего диапазон, а рамка — во всём диапазоне. Поэтому на низких частотах эффективность антенны падает, и происходит искажение диаграммы направленности.

В заключение следует отметить, что даже классические технические решения не исключают более глубоких исследований, приносящих неплохие результаты. Надеемся, что рассмотренные в статье новые разработки будут способствовать появлению свежих идей не только по затронутым в ней направлениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Харченко К.** Зигзагообразная антенна. — Радио, 1961, № 3, с. 47, 48.

2. **Харченко К.** Антенна для дальнего приёма телевидения. — Радио, 1961, № 4, с. 28, 29, 32.

3. **Милкин В.** и др. Варианты зигзагообразной антенны Харченко. — Радио, 2014, № 6, с. 9—12.

4. **Лебедев В. Н., Милкин В. И., Калитёнков Н. В.** Инновационные антенны в подходах квазиаддитивных технологий. — Lambert Academic Publishing, 2017, с. 21—25.

5. **Милкин В. И., Калитёнков Н. В., Полежаев В. С., Лебедев В. Н., Шульженко А. Е.** Зигзагообразный излучатель с асимметричным питанием. Заявка на изобретение RU № 2017137876 от 30.11.2017.

__От редакции__. Файлы компьютерных моделей рассмотренных в статье антенн находятся по адресу __ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/04/zigzag.zip__ на нашем FTP-сервере.

ОБМЕН ОПЫТОМ

Улучшение звучания современного телевизора

__Д. РЕШЕТНИК, г. Торецк Донецкой обл., Украина__

Хочу поделиться опытом простой доработки современного телевизора, делающей его звучание намного лучше. В советских ГОСТах предусматривалось изготавливать корпусы звуковоспроизводящей аппаратуры 1-го и 2-го классов из дерева и древесных материалов и только для 3-го и 4-го классов допускалось применение пластика, вот я и решил улучшить звучание своего "пластмассового" телевизора "Rainford", тем более что усилитель НЧ телевизора обладает хорошими параметрами. В боковой стенке корпуса, кстати, имелось необходимого диаметра отверстие, прикрытое заглушкой, в которое я вмонтировал аудиогнездо с переключаемыми контактами. Провода, подводящие звуковые сигналы с выхода усилителя к гнезду, распаял так, чтобы при вставке соответствующего аудиоштекера выход усилителя переключался с внутренних динамиков на внешние акустические системы. Усилитель телевизора — монофонический, и его выход оказался рассчитан на нагрузку общим сопротивлением 8 Ом. Поэтому два провода по одному от имеющихся в моём распоряжении двух колонок от магнитофона "Маяк" сопротивлением по 4 Ом каждая соединил между собой последовательно с соблюдением фазировки. Два оставшихся несоединёнными между собой вывода от колонок удлинил двумя проводами длиной по одному метру и припаял к ним соответствующий штекер, подключаемый к аудиогнезду. Колонки расставил на расстоянии примерно двух метров одна от другой и симметрично относительно телевизора. С первым же просмотром телевизионных программ при прослушивании через колонки обнаружилось существенное улучшение качества звучания. Оно стало более естественным. Рекомендую всем владельцам телевизоров произвести подобного рода доработку, не пожалеете.

Сетевая вилка с выключателем

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Миниатюрные импульсные зарядно-питающие устройства для сотовых телефонов, плейеров, навигаторов и другой носимой аппаратуры сегодня широко распространены. Однако при фатальных неисправностях таких устройств или применении их электронной начинки в других конструкциях от них остаются пустые корпусы, имеющие форму сетевой вилки. Такой корпус можно использовать как сетевую вилку с выключателем для электроприбора небольшой мощности, особенно не имеющего собственного выключателя питания (**рис. 1**).

Рис. 1

Рис. 3

У меня вышло из строя зарядное устройство ETA3C30EBE, которое не удалось отремонтировать. В его узкий миниатюрный корпус размерами 55×33×25 мм (без учёта выступающих контактных штырей) я поместил узел, схема которого показана на **рис. 2**. Он содержит выключатель напряжения сети 230 В SA1 и индикатор состояния из резисторов R1, R2, конденсаторов C1, C2, диодного выпрямительного моста VD1—VD4 и светодиода HL1. Конденсатор C2 нужен для сглаживания бросков тока через светодиод. Имеется фильтр из дросселей L1—L4 и конденсатора C3, подавляющий помехи, проникающие как из сети в питаемый аппарат, так и из него в сеть. Варистор RU1 — ограничитель выбросов напряжения.

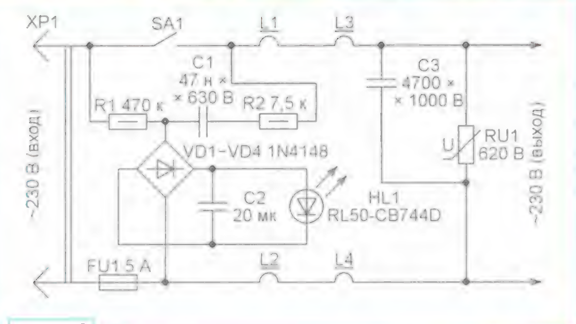


Рис. 2

Плавкая вставка FU1 установлена на случай пробоя варистора RU1 или, например, замыкания в идущем к питаемому аппарату кабеле в результате передавливания последнего. Ток срабатывания вставки выбран сравнительно большим, чтобы в случае неисправности питаемого аппарата имеющийся в нём предохранитель сработал первым.

Когда вилка XP1 вставлена в розетку, но выключатель SA1 разомкнут, светодиод HL1 светится слабо, потребляя ток около 480 мкА. При замкнутом выключателе яркость светодиода HL1 больше в несколько раз, а потребляемый текущий через него ток достигает 3,4 мА.

В качестве SA1 применён рокерный выключатель HT-002A, согласно описанию, рассчитанный на коммутацию тока до 6 А, но практически длительно выдерживающий не более 2 А. Его можно заменить другим подобным выключателем. Перед установкой выключателя в вилку желательно его разобрать и смазать подвижные части густой прозрачной силиконовой смазкой, если этого не сделал изготовитель.

Плавкая вставка FU1 — в керамическом корпусе, размещена в нише выступающей части сетевой вилки. Дроссели L1—L4 представляют собой отрезки провода, на которые надеты ферритовые трубки длиной 10 мм и диаметром 3...4 мм. Конденсатор C1 — плёночный K73-17, K73-24, K73-39 или аналогичный импортный. Его номинальное напряжение должно быть не менее 630 В (постоянное) или 250 В (переменное частотой 50 Гц). Такие же конденсаторы на меньшее напряжение использовать в качестве балластных нельзя. Конденсатор C2 — керамический для поверхностного монтажа. Конденсатор C3 — керамический высоковольтный.

Варистор RU1 — ENC621, который можно заменить другим дисковым варистором с классификационным напряжением 620...750 В. Чем больше диаметр варистора, тем в рассматриваемом случае лучше. Резисторы — любые мощностью не меньше указанной на схеме, с проволочными выводами. Вместо диодов 1N4148 подойдут и другие кремниевые выпрямительные или импульсные диоды с допустимым обратным напряжением не менее 50 В. Можно применить готовые диодные мосты КЦ407А, а также серий КЦ422, LB08, BT10.

Сетевая вилка в разобранном виде показана на **рис. 3**. Резисторы, диоды, конденсаторы C1, C2, выключатель SA1 и светодиод приклеены к верхней крышке корпуса. Дроссели L1—L4, конденсатор C3, варистор RU1 установлены на небольшой плате, монтаж односторонний навесной. Для лучшей адгезии клея в нужных местах внутренней поверхности корпуса придана шероховатость быстровращающимся сверлом, фрезой или зубным бором.

В зависимости от конкретного назначения вилка может быть упрощена. Например, если она будет использована для подключения к сети светильника с обычной лампой накаливания и без какой-либо электроники, дроссели L1—L4, конденсатор C3 и варистор RU1 не нужны.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Автомат уличного освещения день—ночь

А. БАХАРЕВ, г. Вяземский Хабаровского края

Предлагаемый автомат установлен в многоквартирном доме ТСЖ для уличного освещения входных дверей подъезда и надёжно работает в течение двух лет. До этого было опробовано несколько автоматов, собранных по другим схемам, но они работали неудовлетворительно.

Рис. 1

Схема автомата показана на **рис. 1**. Датчиком освещённости служит фотодиод VD1. На транзисторе VT1 собран эмиттерный повторитель. Компаратор DA1 сравнивает напряжение на выходе эмиттерного повторителя с образцовым напряжением на движке подстроечного резистора R3. Конденсатор C2 обеспечивает отрицательную обратную связь по переменному току и устраняет "дребезг" компаратора при плавном изменении внешней освещённости. На транзисторе VT2 собран электронный ключ, который подаёт питающее напряжение на реле K1. С помощью его контактов K1.1 сетевое напряжение поступает на осветительные лампы EL1—EL4.

При дневном освещении через фотодиод протекает ток в несколько микроампер, и на эмиттере транзистора VT1 напряжение больше, чем на движке резистора R3. Поэтому выходной ток (вывод 9) компаратора DA1 близок к нулю, транзистор VT2 закрыт и реле K1 обесточено. В результате осветительные лампы EL1—EL4 не горят.

При уменьшении естественного освещения ток через фотодиод уменьшается, в результате уменьшается и напряжение на эмиттере транзистора VT1, компаратор переключается, открывая транзистор VT2, после чего реле сработает и включатся лампы освещения. Порог переключения автомата устанавливают подстроечным резистором R3.

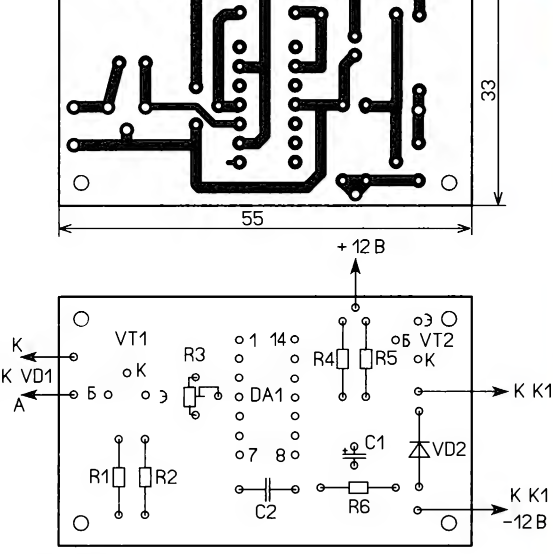


Рис. 2

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный — СП3-19, оксидный конденсатор — импортный, C2 — керамический или плёночный. Компаратор К554СА3А можно заменить зарубежным аналогом с открытым коллектором, например, LM393A, LM311N, но следует учесть, что у них другая цоколёвка. Транзистор КТ315Г можно заменить любым из серии КТ3102. Реле K1 — любое с номинальным напряжением 12 В и с контактами, рассчитанными на коммутацию тока несколько ампер в сети 230 В. В авторском варианте были установлены четыре осветительные лампы мощностью по 40 Вт, поэтому можно применить реле с допустимым током контактов 4...5 А, поскольку пусковой ток ламп превышает номинальный в несколько раз. При токе через обмотку реле не более 100 мА в качестве транзистора VT2 подойдёт любой из серий КТ3107, КТ502. Фотодиод можно применить импортный, предварительно проведя с ним эксперименты. Источник питания 12 В должен быть стабилизированным и обеспечивать ток, потребляемый применённым реле.

Большинство элементов установлены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**. Плата размещена в пластмассовом корпусе подходящего размера. На корпусе закреплена винтовая клеммная колодка для подсоединения фотодиода, сетевого напряжения, осветительных ламп и источника питания 12 В. Устройство установлено в одном из подъездов в недоступном месте, я разместил его в электрическом шкафу. Фотодиод размещён в герметичном прозрачном контейнере, который установлен на внешней стене дома в месте, защищённом от дождя. При этом свет от осветительных ламп не должен попадать на фотодиод. Соединительный провод (витая пара) через отверстие в стене подключён с соблюдением полярности к клеммной колодке. Длина соединительного провода — не более 3...4 м, при большей длине он должен быть экранированным.

Удачного внедрения!

От редакции. *Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/04/svet.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Конструкция и доработка нескольких типов светодиодных ламп

П. ЮДИН, г. Уфа

В мои руки попало несколько вышедших из строя, уже широко распространённых светодиодных ламп на напряжение 230 В, в изобилии предлагаемых в наших магазинах. Захотелось выяснить причину их быстрого выхода из строя и внутреннее устройство. Все лампы проработали не более одного года, хотя на упаковках утверждается, что их время непрерывной работы 30000 ч, получается 1250 суток, что составляет более трёх лет. И ведь наверняка сгоревшие лампы не эксплуатировались круглые сутки.

Итак, берём первую лампу под товарным знаком iEK. Кроме товарного знака, на корпусе указаны данные и параметры лампы LED-A60, 230 В, 50/60 Гц, 11 Вт, 4000 К. Как известно, большинство сетевых светодиодных ламп имеют примерно одинаковую конструкцию. К несущему корпусу, в котором расположены драйвер и светодиоды, крепится матовая колба светорассеивателя и металлический резьбовой цоколь лампы. Пробуем сначала снять колбу. Для этого я изготовил тонкий узкий нож из обломка полотна от ножовки по металлу, сделав тонкое остриё на наждачном станке. Осторожно вставляем нож между колбой и корпусом, сначала на небольшую глубину, и проходим по кругу. Далее всё повторяем на большей глубине. При этом можно пробовать покачивать колбу лампы, и когда колба будет покачиваться, отделяем её. Оказалось, что колба крепилась с помощью белого силиконового герметика. При этом следует отметить, что у некоторых ламп колба отделялась сравнительно легко, а у некоторых — трудно. У одной лампы в герметике осталась часть нижнего пояска колбы. Но главное — соблюдать осторожность, тогда всё должно получиться.

Рис. 1

На алюминиевой печатной плате, служащей ещё и теплоотводом, припаяны 12 светодиодов поверхностного монтажа белого свечения типоразмера 3528. Один из светодиодов был с чёрной точкой, как оказалось — сгоревший. Алюминиевая подложка плотно вставлена в корпус, оказавшийся внутри также алюминиевым, поверх покрытым пластиком. Корпус тоже должен выполнять функцию теплоотвода, но площадь соприкосновения тонкой алюминиевой платы корпусом невелика, а теплопроводящая паста отсутствует. Плата со светодиодами подпаяна к драйверу двумя проводами. Внешний вид разобранной лампы изображён на **рис. 1**. Удалив герметик, поддевают ножом и извлекают плату со светодиодами, но вынуть её из корпуса не дают провода, соединяющие драйвер с цоколем лампы. Поддев ножом, извлекают центральный контакт цоколя и разгибают идущий к нему провод. Места кернения резьбовой части цоколя к корпусу высверливаем сверлом диаметром 1,5 мм. Сняв цоколь, можно достать плату драйвера. На ней оказался разрушен оксидный конденсатор с обозначением на плате E2. Часть элементов на плате для поверхностного монтажа установлена со стороны печатных проводников, а на противоположной стороне установлены дроссель, два оксидных конденсатора и микросхема. Схема драйвера с обозначениями элементов, как на плате, показана на **рис. 2**. Резистор, условно обозначенный как R1, находится не на плате, а соединяет центральный контакт цоколя лампы с ней. Схема драйвера построена на микросхеме OCP8191 в корпусе TO-92. Микросхема представляет собой неизолированный квазирезонансный понижающий преобразователь для питания светодиодов со стабилизацией тока. В её состав входят MOSFET транзистор с максимальным напряжением сток—исток 550 В и узел управления. В микросхеме есть различные виды защиты: от перегрева, от короткого замыкания в нагрузке, от превышения максимального тока. Ток через светодиоды задают резисторами RS1 и RS2.

Рис. 3

Рис. 2

После замены конденсатора Е2 на исправный ёмкостью 2,2 мкФ на напряжение 400 В и замыкании контактов сгоревшего светодиода лампа заработала. Был замерен ток через светодиоды, он оказался равен 120 мА, что мне кажется несколько завышенным. Ёмкость конденсатора С3 и индуктивность дросселя были замерены на плате. Применённые светодиоды начинают слабо светить при напряжении 7 В, а при напряжении 8 В и токе 2 мА светят уже ярко. Судя по этому, в одном корпусе расположены два или три последовательно включённых кристалла. Тип светодиодов остался неизвестен.

Следующей "подопытной" стала лампа под торговой маркой General. На ней нанесены следующие обозначения: GLDEN-WA60; 11 Вт; 2700 К, 198—264 В; 50/60 Гц; 73 мА. Матовый светорассеиватель снимают, как и у предыдущей лампы. После этого увидим алюминиевую плату с расположенными на ней семью SMD-светодиодами типоразмера 3528. В отличие от предыдущей лампы, плата припаяна к драйверу и закреплена двумя винтами (**рис. 3**). Сняв её, увидим, что она была закреплена с помощью винтов на алюминиевом штампованном диске, плотно вставленном в корпус лампы (**рис. 4**). Заметно, что лампа сделана более качественно, и отвод тепла от светодиодов должен быть лучше.

Рис. 4

Далее аналогично снимаем цоколь. А вот диск приходится потихоньку выбивать со стороны цоколя, просунув тонкий металлический стержень и уперев его ближе к краю, в ребро диска. Иначе диск будет выгибаться. Только после этого вынимаем плату драйвера. Он построен на аналогичной микросхеме BP9916C в корпусе SOP-8 и представляет собой также неизолированный понижающий преобразователь, позволяющий поддерживать постоянным ток через светодиоды. Схема отличается от предыдущей незначительно, в основном номиналами элементов и их обозначениями на плате, и ещё тем, что после резистора R1, параллельно диодному мосту, установлен керамический конденсатор ёмкостью 0,1 мкФ на напряжение 400 В. Поэтому приводить схему не имеет смысла. Микросхема установлена со стороны печатных проводников. Замкнув контакты неисправного светодиода, удалось восстановить работоспособность лампы. При сопротивлении регулировочных резисторов RS1 и RS2, равных 5,6 и 3,9 Ом, ток через светодиоды равен 130 мА.

Потом была вскрыта светодиодная лампа с товарным знаком ASD и с обозначениями на корпусе: LED-A60, 11 Вт, 220 В, 4000 К, 990 лм. Разборка лампы такая же, как и в предыдущих случаях. Вид лампы без матового светорассеивателя показан на **рис. 5**. На алюминиевой плате, которая просто вставлена в корпус, установлены 18 SMD-светодиодов типоразмера 3528. Площадь теплового контакта с корпусом, как и в первой лампе, очень мала. Плата со светодиодами припаяна непосредственно к плате драйвера. Эти светодиоды, как и в предыдущих лампах, начинают светить при напряжении 7 В, а при 8 В светятся достаточно ярко при токе 2 мА. Следовательно, их параметры должны быть схожими. Драйвер этой лампы построен на микросхеме BP9918C в миниатюрном корпусе для поверхностного монтажа SOT23-3. Эта микросхема аналогична микросхемам в предыдущих лампах и обладает схожими параметрами. Схема драйвера отличается отсутствием резистора R1, вместо которого на плате сделан тонкий змеевидный печатный проводник, а также номиналами некоторых элементов и обозначениями на плате. При сопротивлении резисторов RS1 и RS2, равных соответственно 13 и 10 Ом, ток через светодиоды — 55 мА, что примерно вдвое меньше, чем у предыдущих ламп.

Рис. 5

Исходя из всего изложенного, напрашивается вывод, что причиной быстрого выхода из строя этих ламп является завышенный ток светодиодов и недостаточное их охлаждение и, следовательно, перегрев.

Было решено восстановить эти лампы, при этом постараться продлить срок их службы. Для начала были уменьшены токи светодиодов. В первой лампе — путём замены резисторов RS1 и RS2 (4,7 и 3,9 Ом) на два резистора сопротивлением по 10 Ом каждый. Ток через светодиоды со 120 мА уменьшился до 50 мА. Во второй лампе резистор сопротивлением 3,9 Ом был заменён резистором сопротивлением 10 Ом. Ток через светодиоды уменьшился с 130 до 85 мА. В третьей лампе взамен резистора сопротивлением 13 Ом установлен резистор сопротивлением 30 Ом. Ток через светодиоды при этом уменьшился с 50 до 40 мА. Светоотдача при этом упала незначительно, хотя всё по местам может расставить только дальнейшая опытная эксплуатация.

Кроме того, у первой и третьей ламп под светодиодами, на свободной стороне платы, были подложены толстые металлические шайбы, улучшающие тепловой контакт с корпусом. Везде была нанесена теплопроводная паста КПТ-8. Металлические цоколи ламп были приклеены к корпусу эпоксидным клеем, нанесённым в места высверленных отверстий. В корпусе, рядом с цоколем лампы, были просверлены вентиляционные отверстия, улучшающие охлаждение. Правда, при этом применять лампы во влажных помещениях будет нельзя. Если лампы планируется применять в закрытых светильниках, светорассеивающие колбы можно не устанавливать, соблюдая

осторожность при установке самих ламп. В противном случае колбы приклеивают белым силиконовым герметиком, как было до этого. Посмотрим, как эти доработки повлияют на долговечность ламп.

И в заключение рассмотрим совершенно другую светодиодную лампу, ещё не бывшую в эксплуатации. Это лампа торговой марки ASD, предназначенная для подключения к переменному или постоянному напряжению 12 В. На корпус нанесены следующие обозначения: LED-JC, 5 ВТ, AC/DC, 12 В, цоколь G4, 3000 К. Эта небольшая лампа разбирается несложно. Снимают прозрачный пластиковый колпак, закрывающий светодиоды. Он крепится к корпусу на защёлках, которые очень хрупкие. Поэтому отгибать надо не сами защёлки, а часть корпуса колпака, к которому эти защёлки прикреплены. Для этого в корпусе колпака сделаны прорези, сразу не бросающиеся в глаза, но позволяющие поддеть отвёрткой и раздвинуть защёлки. Сняв колпачок, видно, что светодиоды и другие элементы установлены на гибкой печатной плате, которая с внутренней стороны покрыта слоем липкой ленты, поэтому просто снимают её. Далее вынимают гибкую плату и отпаивают провода, соединяющие её с цоколем. После этого можно подробно рассмотреть конструкцию лампы. Её внешний вид показан на **рис. 6**. Материал её корпуса похож на керамику, видимо, чтобы не оплавился при нагреве светодиодов и, возможно, хоть как-то отводил тепло от них. Материал — довольно хрупкий, легко скалывается.

Рис. 6

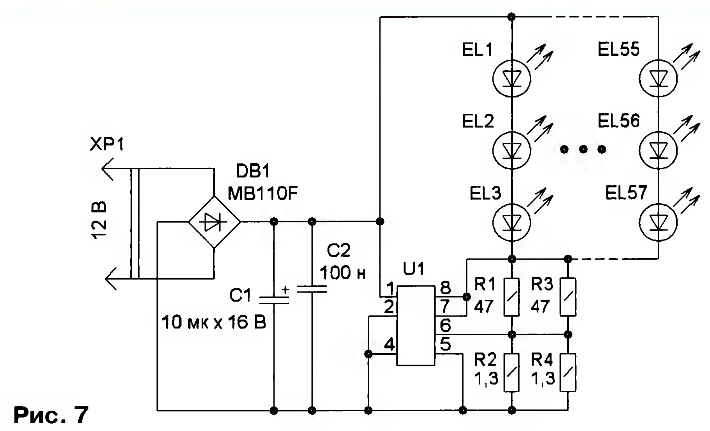


Рис. 7

Схема драйвера этой лампы представлена на **рис. 7**. Он собран на микросхеме U1 в корпусе SOP 8. К сожалению, однозначно идентифицировать микросхему не удалось. На разных лампах неизменной была надпись на корпусе 1086. Светодиоды в лампе типоразмера 3528, с номинальным напряжением 3,4 В. Все остальные элементы — для поверхностного монтажа. При подключении к источнику напряжением 12 В выяснилось, что лампа потребляет ток 280 мА. При увеличении напряжения до 14 В ток через лампу возрос до 290 мА, а при снижении напряжения питания до 10,2 В он уменьшился до 270 мА.

При питании лампы номинальным напряжением 12 В уже после семи минут работы, при касании корпуса или светодиодов пальцем, трудно удержать его на них — обжигает. Причина — в слишком плотном расположении светодиодов и в небольшом корпусе. Ручаться после этого в продолжительной работе этой лампы я бы не стал, если только не переделать лампу, снабдив светодиоды и драйвер дополнительными теплоотводами.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Термометр дом—улица

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

Предлагаемый термометр способен работать с двумя датчиками температуры и может измерять её в двух местах (например, в жилом помещении и на улице) с дискретностью 0,1 °С в пределах от –55 °С до +99,9 °С. На страницах журнала за последние годы были опубликованы описания нескольких подобных устройств. В частности, статья **Е. Лукьяненко** и др. "Термометр повышенной точности с датчиком DS18S20" ("Радио", 2014, № 5, с. 48, 49). Но описанный в ней прибор, на мой взгляд, имеет существенные недостатки. В частности, применённый микроконтроллер ATmega8515-16PU избыточен для столь простого устройства, а трёх разрядов индикатора недостаточно для полноценного отображения информации.

Эти недостатки устранены в термометре, схема которого изображена на **рис. 1**. Его основные элементы — двадцативыводной микроконтроллер ATtiny2313A-PU (DD1), четырёхразрядный светодиодный индикатор CC56-12GWA (HG1) с общими катодами элементов каждого разряда и соединёнными для динамической индикации анодами одноимённых элементов всех разрядов и два цифровых датчика температуры DS18B20 (BK1 и BK2).

Выводы анодов индикатора подключены к восьмиразрядному порту B микроконтроллера через ограничивающие ток резисторы R9—R16. Общие катоды разрядов индикатора, амплитуда импульсов тока которых может достигать 120 мА, коммутируют транзисторы VT1—VT4. Сигналы управления поступают на их базы с четырёх линий порта D микроконтроллера через резистивные делители напряжения.

Датчики температуры подключены к двум раздельным линиям порта A, сконфигурированным в программе как обычные линии дискретного ввода—вывода. Светодиод HL1 показывает, какой из двух опрашиваемых поочерёдно датчиков активен в данный момент. Он включён при работе датчика BK2 и выключен при работе с BK1. Но если установить перемычку S1, программа станет работать только с датчиком BK1.

Интервал обновления информации о температуре — 6 с. Если измеренная температура ниже нуля, в крайний левый разряд индикатора выводится знак минус. При температуре выше нуля этот разряд погашен.

Для питания термометра нужен источник стабилизированного постоянного напряжения 5 В, способный отдавать ток не менее 100 мА.

Чертёж печатной платы термометра показан на **рис. 2**. Она изготовлена из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. В переходные отверстия, показанные на рис. 2 залитыми, необходимо вставить и пропаять с двух сторон отрезки лужёного провода. Если изготовление платы с двухсторонней печатью покажется слишком сложным, можно сделать её односторонней, оставив печатные проводники только на стороне, противоположной той, где будут установлены детали. Печатные проводники на стороне деталей в этом случае нужно заменить перемычками из тонкого изолированного монтажного провода, установить которые можно и на стороне печатного монтажа.

Все резисторы в термометре — С1-4, конденсатор С2 — оксидный, остальные конденсаторы — керамические К10-7 или плёночные К73-17. Микроконтроллер ATtiny2313A-PU можно заменить на ATtiny2313V-10 или ATtiny2313-20 с последними индексами PU или PI.

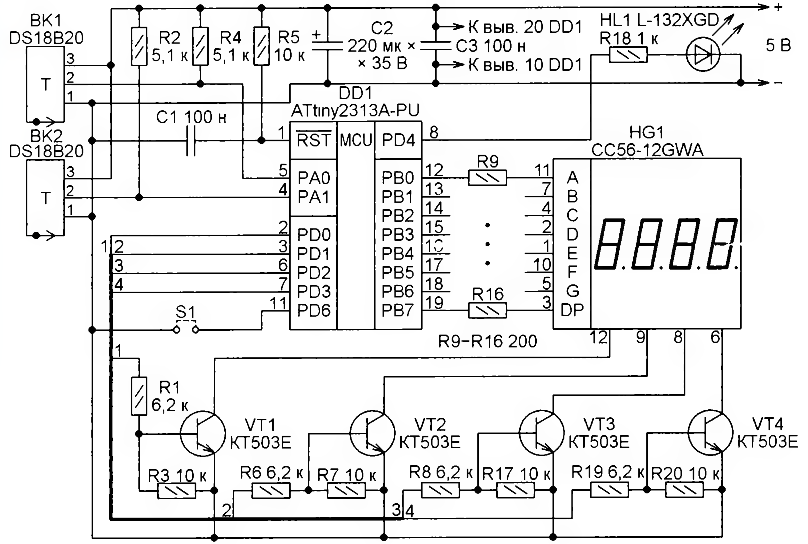
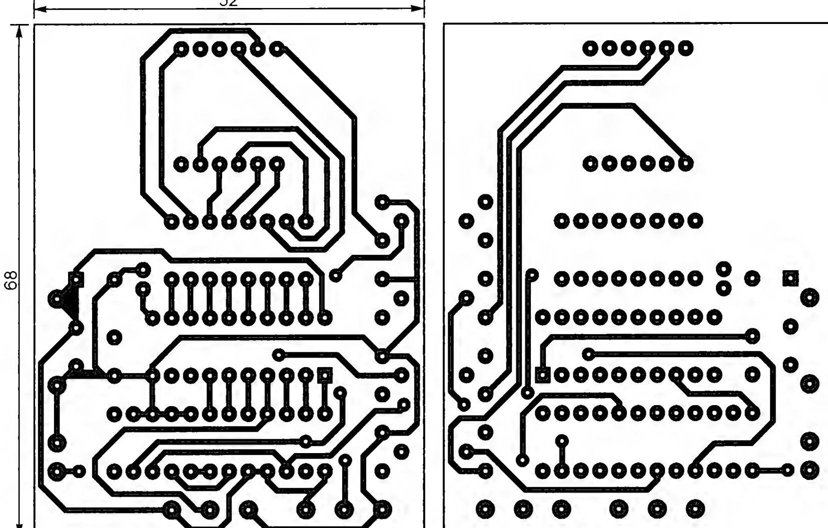


Рис. 1



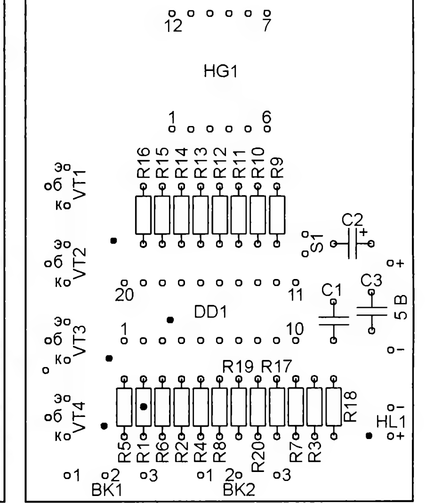


Рис. 2

К статье приложены два варианта программы микроконтроллера: Termometr2 и Termometr2M. Они различаются лишь тем, что во втором варианте не предусмотрено управление светодиодом HL1. Конфигурация микроконтроллера должна быть запрограммирована согласно **таблице**.

Перед выводом показаний каждого датчика на индикаторе появляется сообщение, состоящее из номера датчика (цифры 1 или 2), пробела и знака градуса Цельсия (°C). Если установкой перемычки S1 датчик BK2 заблокировать, это сообщение выводиться не будет.

Разряд	Сост.	Разряд	Сост.
DWEN	1	CKDIV8	1
EESAVE	1	CKOUT	1
SPIEN	0	SUT1	1
WDTON	0	SUT0	0
BODLEVEL2	1	CKSEL3	0
BODLEVEL1	1	CKSEL2	1
BODLEVEL0	1	CKSEL1	0
RSTDISBL	1	CKSEL0	0

1 – не запрограммировано,
0 – запрограммировано.

Остановлюсь на одной важной, на мой взгляд, особенности. Датчики температуры подключены к разным линиям микроконтроллера, поэтому обмен информацией с каждым из них идёт по отдельной шине 1-Wire. Это позволяет использовать датчики температуры DS18B20, не зная их индивидуальных идентификационных кодов. Но считанные из датчиков результаты их работы далее обрабатываются и выводятся на индикатор одними и теми же подпрограммами.

Термометр проверен в действии с одним и двумя датчиками температуры, в том числе при соединении их с платой жгутами свитых изолированных многожильных проводов длиной до 4,5 м. Собранная плата термометра показана на **рис. 3** в режиме работы с одним датчиком.

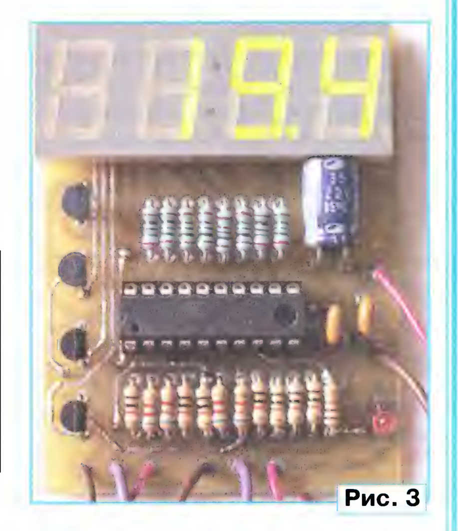


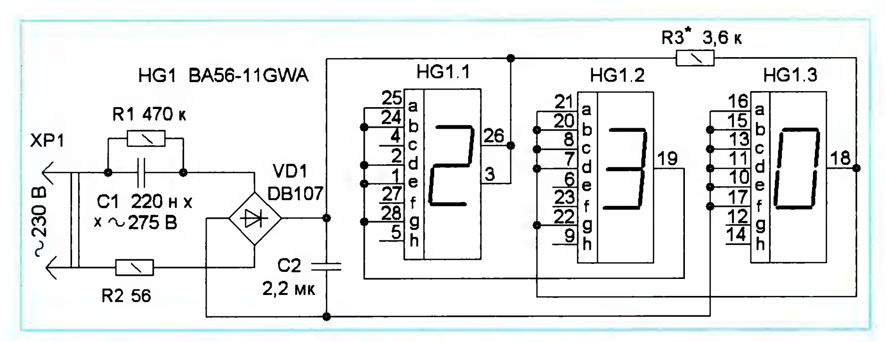
Рис. 3

От редакции. Программы микроконтроллера имеются по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/04/termom.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Усовершенствование сетевого индикатора напряжения

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Мне понравилась оригинальная идея, описанная в статье **А. Карпачева** "Индикатор напряжения для сетевого удлинителя" ("Радио", 2016, № 12, с. 36). У меня было в наличии несколько таких трёхразрядных семиэлементных индикаторов, невостребованных длительное время, поэтому я решил повторить эту конструкцию, внеся в схему некоторые изменения.



В связи с тем что при работе устройства светоизлучающие элементы индикатора не переключаются, появилась возможность соединить индикаторы не параллельно, а последовательно. Это позволило значительно снизить потребляемый от сети ток и уменьшить ёмкость гасящего конденсатора, что немаловажно для круглосуточно включённого устройства.

Схема усовершенствованного индикатора напряжения для сетевого удлинителя изображена на **рисунке**. Ток через последовательно включённые индикаторы — около 14 мА, он задан балластным конденсатором C1. В индикаторах HG1.1 и HG1.2 подключены по пять элементов, а в разряде индикатора HG1.3 — шесть, поэтому для выравнивания токов индикаторы HG1.1 и HG1.2 зашунтированы резистором R3. Подборкой этого резистора можно выравнить яркость свечения разрядов индикатора.

Резистор R2 и конденсатор C2 повышают надёжность работы устройства. Резистор R2 при подключении устройства к сети ограничивает амплитуду импульса зарядного тока конденсатора C1. Конденсатор C2 поглощает энергию импульса зарядного тока и подавляет броски напряжения в сети. Резистор R2 также повышает электробезопасность устройства, он перегорает при возможных аварийных ситуациях в устройстве.

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, конденсатор C1 — плёночный помехоподавляющий на номинальное переменное напряжение не менее 275 В. Его можно заменить двумя последовательно включёнными конденсаторами К73-17 ёмкостью 0,47 мкФ на напряжение 400 В — это будет надёжнее, чем применение одного конденсатора К73-17 ёмкостью 0,22 мкФ на напряжение 630 В. Конденсатор C2 — импортный керамический или плёночный. О возможной замене семиэлементных индикаторов довольно подробно рассказано в вышеупомянутой статье.

Переговорное устройство — из телефонных аппаратов

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

В век господства сетей сотовой связи и цифровых технологий тема конструирования простого переговорного устройства, работающего по проводной линии, может показаться архаичной. Но потребность в таком устройстве, обеспечивающем прямую, надёжную, бесплатную и, что немаловажно, конфиденциальную связь, может возникнуть и дома, и в небольшом офисе, и в сельской местности. Особенно полезно переговорное устройство для связи с людьми, находящимися в помещениях, не оборудованных городскими телефонами, и в глубоких подвалах зданий, где сотовая связь либо "не берёт" вообще, либо работает с перебоями.

В радиолюбительской литературе можно найти описания различных по сложности и по функциональным возможностям переговорных устройств. Однако за основу такого устройства проще взять обычные телефонные аппараты, как сделано, например, в [1]. Переговорное устройство, собранное по этому описанию, работает у автора этих строк более десяти лет, обеспечивая связь между квартирой и находящейся в подвале кладовкой-мастерской.

Однако оно имеет ряд недостатков, среди которых наиболее неприятный — включение вызывного сигнала (звонка) сразу по завершении разговора у абонента, первым положившего трубку своего аппарата. Ещё один недостаток — необходимость существенной доработки одного из двух телефонных аппаратов.

Предлагаемый вниманию читателей, названный автором "коммутатором", головной блок переговорного устройства, схема которого изображена на **рис. 1**, обеспечивает связь между двумя телефонными аппаратами ТА1 и ТА2, соединёнными с ним двухпроводными линиями сопротивлением до 1 кОм. Первую линию подключают к контактам коммутатора "А" и "Общ.", а вторую — к "Б" и "Общ.". Остальные контакты, помеченные на схеме прописными русскими буквами, а также диоды VD11 и VD13 при работе с двумя телефонными аппаратами не используются. Они предназначены для подключения приставки, обеспечивающей работу коммутатора с третьим аппаратом.

Пригодны любые телефонные аппараты, как классические с угольным микрофоном и электромеханическим звонком, так и электронные, при этом исправность номеронабирателя аппарата не имеет значения. Вызывной сигнал — прерывистый звонок у вызываемого абонента. Вызывающий абонент контролирует его по наличию длинных гудков в поднятой телефонной трубке.

В исходном состоянии (при опущенных трубках телефонных аппаратов ТА1 и ТА2) напряжение на резисторах R3 и R6 приблизительно 7,5 В и участки анод—катод параллельных стабилизаторов напряжения DA1 и DA2, используемых как пороговые устройства, открыты. Напряжение на их анодах относительно общего провода — 2 В, поэтому стабилитроны VD7, VD8 и транзисторы VT1, VT2 закрыты, а на выходе элемента DD1.1 установлен высокий логический уровень напряжения.

На микросхеме К176ИЕ12 (DD2), работающей с частотозадающей RC-цепью [2], собран генератор импульсов, следующих с частотой около 0,75 Гц. С выхода S1 микросхемы эти импульсы поступают на вывод 13 логического элемента DD1.2, высокий логический уровень на выводе 12 которого поддерживает заряженный конденсатор C10.

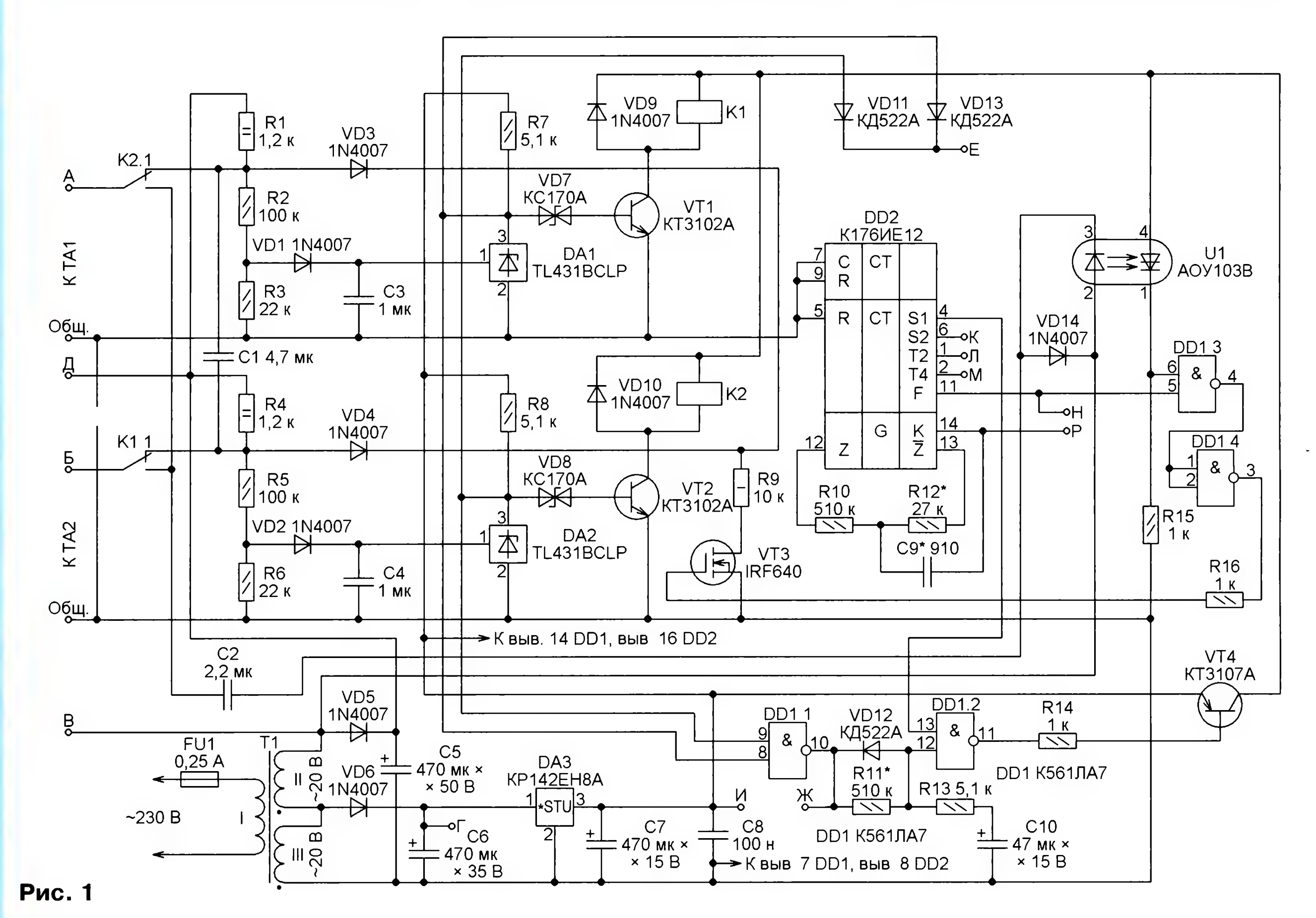


Рис. 1

Транзистор VT4 периодически открывается, подавая напряжение на верхние по схеме выводы обмоток реле K1 и K2, но поскольку транзисторы VT1 и VT2 закрыты, реле не срабатывают.

При снятии трубки на телефонном аппарате TA1 напряжение на нём уменьшается, поэтому участок анод—катод стабилизатора DA1 закрывается. Открываются стабилитрон VD7 и транзистор VT1, в результате чего реле K1 срабатывает и контактами K1.1 подключает телефонный аппарат TA2 к источнику вызывного переменного напряжения через зашунтированный диодом VD14 излучающий диод оптрона U1 и конденсатор C2.

Тиристорный оптрон U1 позволяет контролировать прохождение сигнала вызова [3]. Под действием переменного вызывного тока его излучающий диод периодически генерирует импульс ИК-излучения. Это открывает фотодинистор оптрона и устанавливает на выводе 6 элемента DD1.3 высокий логический уровень, разрешающий прохождение сигнала частотой 700 Гц с выхода F микросхемы DD2 через логический элемент DD1.4 на затвор транзистора VT3. Транзистор открывается с частотой 700 Гц, в результате чего в трубке аппарата TA1 слышен звуковой сигнал (гудок).

В момент снятия трубки вторым абонентом реле K1 отпускает якорь, фотодинистор закрывается и звуковой сигнал прекращается. Диод VD14 защищает излучающий диод оптрона от обратного напряжения, а конденсатор C2 ограничивает ток в цепи, предохраняя оптрон U1 и диод VD14 от выхода из строя при случайном коротком замыкании в линии в момент прохождения вызывного сигнала.

При снятии трубки аппарата TA2 в перерыве между звонками участок анод—катод стабилизатора DA2 закроется, поэтому на обоих входах элемента DD1.1 появится высокий логический уровень, а на выходе — низкий. Конденсатор C10 быстро разрядится через диод VD12 и резистор R13, ограничивающий ток разрядки конденсатора на безопасном для микросхемы уровне. В результате этого на выходе элемента DD1.2 будет установлено напряжение высокого уровня, и транзистор VT4 останется закрытым на всё время разговора.

По завершении разговора, когда один из абонентов положил трубку, а другой ещё не сделал этого, на выходе элемента DD1.1 появится высокий логический уровень, поэтому конденсатор C10 начнёт заряжаться через резисторы R11 и R13. В течение его зарядки (приблизительно 12 с) прохождение сигнала вызова на телефонный аппарат первого абонента заблокировано. За это время второй абонент должен успеть положить трубку.

Такое построение узла защиты от "лишнего" звонка по сравнению, например, с триггером, переходящим в единичное состояние в начале разговора и возвращающимся в нулевое, когда обе трубки положены, имеет неоспоримое преимущество. Если один из абонентов забыл положить трубку или положил её неровно, второй абонент через 12 с узнает об этом и сможет принять меры, направленные на восстановление связи. В случае же применения триггера неровно положенная трубка останется незамеченной. Когда связь потребуется, вызвать абонента будет невозможно.

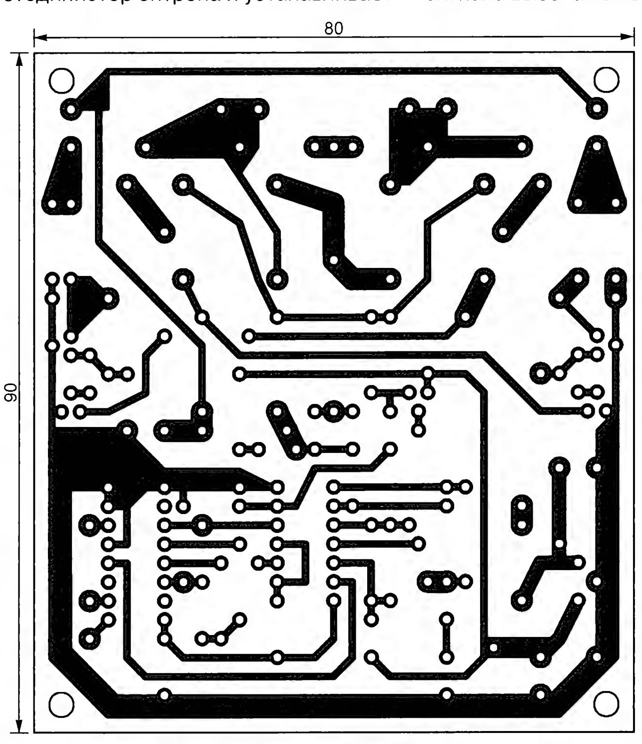
Источник питания коммутатора образован сетевым трансформатором T1, выпрямителями на диодах VD5, VD6 и интегральным стабилизатором DA3. Резисторы R1 и R4 задают в линии ток, необходимый для нормальной работы телефонных аппаратов с угольным микрофоном, а конденсатор C1 обеспечивает связь телефонных аппаратов по переменному току во время разговора.

Детали коммутатора монтируют на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, чертёж которой приведён на **рис 2**. Ненужные для работы с двумя телефонными аппаратами диоды VD11 и VD13 на неё можно не устанавливать. Интегральный стабилизатор DA3 желательно снабдить небольшим теплоотводом.

Резистор R12 можно составить из двух, что упростит подборку его сопротивления при налаживании коммутатора. Резистор R9 установлен над реле K2, нижний по схеме вывод этого резистора соединён отрезком монтажного провода с теплоотводящим фланцем транзистора VT3, вывод стока которого удалён.

В коммутаторе можно применить резисторы любого типа указанной на схеме мощности. Оксидные конденсаторы — K50-35 или импортные. Конденсаторы C1 и C2 — плёночные K73-17 с номинальным напряжением не менее 63 В или аналогичные импортные. Остальные конденсаторы — КМ или им подобные.

Вместо диодов КД522А подойдут другие маломощные диоды, например 1N4148, остальные диоды — любые из 1N4002—1N4007. Двуханодные стабилитроны КС170А в этом устройстве можно заменить обычными одноанодными с напряжением стабилизации 5...7 В, которые следует подключить



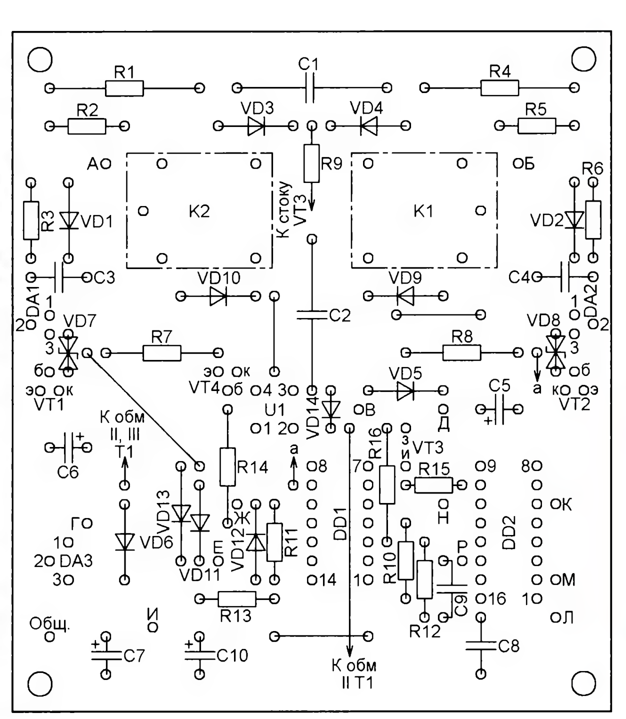


Рис. 2

анодами к базам транзисторов VT1 и VT2. Вместо транзисторов КТ3102А можно применить другие той же серии или серии КТ315. А вместо транзистора КТ3107А — любые серий КТ3107, КТ361. Замена полевого транзистора IRF640 — IRF630 [4] или другой аналогичный с допустимым напряжением сток—исток не менее 60 В.

Оптрон АОУ103В может быть с другим буквенным индексом. Параллельный стабилизатор TL431BCLP может быть и с другими индексами или отечественным КР142ЕН19, а стабилизатор КР142ЕН8А — 7809. Вместо микросхемы К561ЛА7 допустимо использовать функционально аналогичные микросхемы серий К176, КР561. Заменить микросхему К176ИЕ12 без внесения существенных изменений в схему устройства, к сожалению, нечем.

участвующий в разговоре, при снятии своей трубки слышит короткие гудки (сигнал "занято").

Схема приставки изображена на **рис. 3**. Контакты, обозначенные на ней прописными русскими буквами, соединяют с одноимёнными контактами коммутатора (см. рис. 1). В исходном состоянии все транзисторы приставки закрыты. При снятии трубки с телефонного аппарата ТА3 участок анод—катод микросхемы DA1 закрывается, в результате чего на управляющем входе ключа DD1.2 появляется высокий логический уровень. На затвор транзистора VT2 начинают поступать импульсы частотой 700 Гц, формирующие сигнал "ответ станции" (непрерывный гудок).

Телефонный аппарат ТА2 через контакты К2.2 оказывается подключённым к точке соединения катода диода VD5 и резистора R2, поэтому при снятии трубки этого аппарата в ней будут слышны короткие гудки. По окончании разговора оба абонента кладут трубки, на контакте "Е" появляется напряжение низкого уровня, транзистор VT3 закрывается, реле К2 отпускает якорь и устройство возвращается в исходное состояние.

Если до момента соединения контактов "П1" или "П2" с общим проводом на одном из аппаратов (ТА1 или ТА2) окажется снятой трубка, транзистор VT1 будет открыт, поэтому при соединении контактов "П1" или "П2" с общим проводом тиристор VS1 не откроется и реле не сработает. В аппарате со снятой трубкой при этом будут прослушиваться короткие гудки.

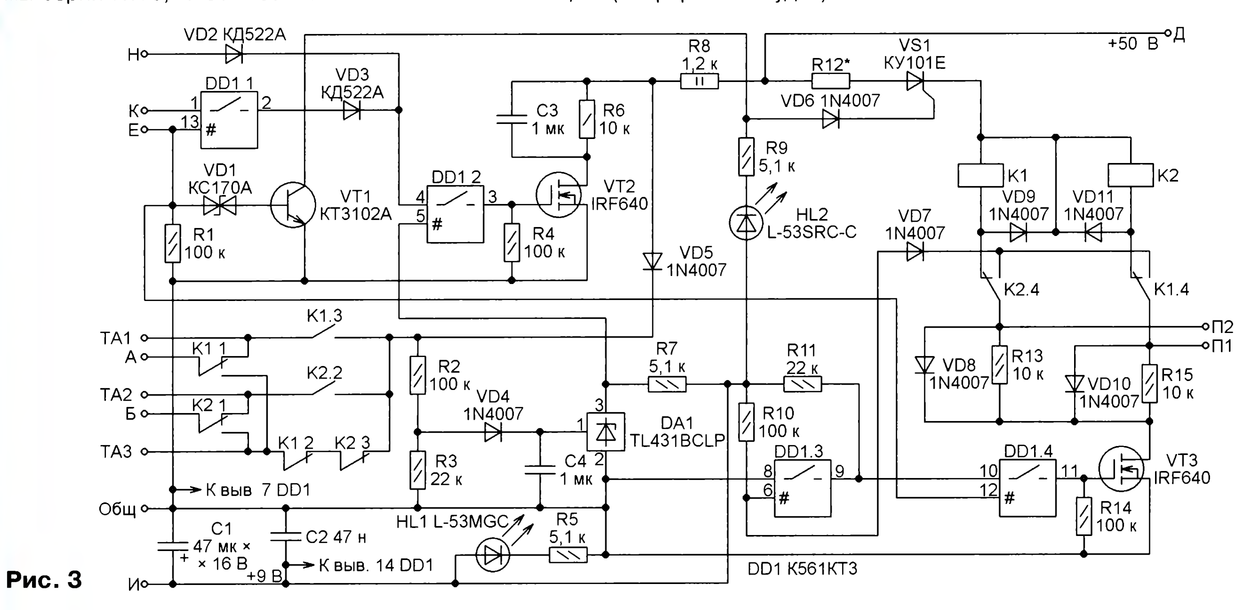


Рис. 3

В качестве Т1 автор применил готовый сетевой трансформатор на тороидальном магнитопроводе с двумя вторичными обмотками, каждая из которых даёт напряжение ~20 В при токе нагрузки 200 мА. Можно использовать и другой подходящий трансформатор с такими же характеристиками. Реле К1, К2 — SANOU SRD-S-112 D с сопротивлением обмотки 400 Ом и её рабочим напряжением 12 В. Они вполне надёжно срабатывают и при напряжении 9 В.

Собранное правильно и из исправных деталей устройство начинает работать сразу. Его налаживание сводится к установке нужного времени задержки узла защиты от "лишнего" звонка подборкой сопротивления резистора R11, а также к установке желаемой частоты сигнала вызова и длительности звонков и пауз между ними подборкой сопротивления резистора R12 и ёмкости конденсатора С9.

К описанному коммутатору можно изготовить приставку, позволяющую обслуживать не два, а три телефонных аппарата. Принцип её работы основан на временном замещении одного из телефонных аппаратов (ТА1 или ТА2) аппаратом ТА3, при этом абонент, не

При желании позвонить, например, на телефонный аппарат ТА1, необходимо соединить с общим проводом контакт "П1" приставки. При этом сработает реле К2, которое своими контактами К2.4 отключит обмотку реле К1 от контакта "П2" и подключит к этому контакту катод диода VD7. В результате этого вход управления ключа DD1.3 будет соединён с общим проводом по цепи VD7—К2.4—VD8—R15—П1 и ключ DD1.3 разомкнётся. Одновременно с этим контакты К2.1 подключат телефонный аппарат ТА3 к коммутатору вместо аппарата ТА2, и на контакте "Е" появится напряжение высокого уровня (в устройстве по схеме рис. 1 должны быть установлены диоды VD11 и VD13).

Ключ DD1.4 замкнётся, а вслед за этим транзистор VT3 откроется. Обмотка реле К2 через диод VD10 и открытый транзистор VT3 окажется соединённой с общим проводом, чем будет обеспечено сработавшее состояние реле после отпускания кнопки, соединяющей контакт "П1" с общим проводом. Высокий уровень напряжения на контакте "Е" замкнёт также ключ DD1.1, в результате чего на вход ключа DD1.2 будут поданы пачки прямоугольных импульсов частотой 700 Гц, повторяющиеся с периодом 0,7 с, т. е. сигнал "занято" (короткие гудки).

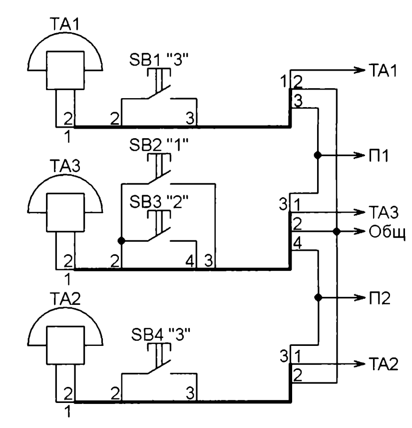


Рис. 4

Светодиод HL1 сигнализирует о подаче на устройство напряжения питания, а светодиод HL2 информирует о занятии линии. Если индикация не нужна, светодиоды можно исключить, соединив при этом нижний по схеме вывод резистора R9 с шиной +9 В.

Схема соединения телефонных аппаратов с приставкой приведена на **рис. 4**. Здесь возможны два варианта использования аппарата ТА3. В первом случае устанавливают только кнопки SB2 и SB3, при этом аппарат ТА3 может служить домофоном или телефоном в приёмной. Он обеспечит связь с аппаратами ТА1 и ТА2 при нажатии соответственно кнопок SB2 и SB3, но вызвать с них сам аппарат ТА3 невозможно.

В случае установки всех кнопок (SB1—SB4) три аппарата становятся способными как вызывать другие аппараты, так и принимать вызовы. Снятие трубки с аппарата ТА1 (ТА2) приводит к поступлению вызова на аппарат ТА2

Отключив номеронабиратель от платы телефона, соединяют перемычкой её контакты, к которым шли красный и жёлтый провода. Далее красный или синий провод номеронабирателя соединяют с линейным выводом аппарата, соединяющимся с общим проводом приставки, а оставшийся провод — с контактом П1 (П2) приставки. Жёлтый провод номеронабирателя остаётся свободным. Теперь для вызова аппарата ТА3 достаточно повернуть диск номеронабирателя на небольшой угол (например, набрать цифру 1) и, удерживая диск повёрнутым, поднять трубку телефонного аппарата, после чего отпустить диск.

лы платы реле К1 и К2. Автор применил реле ТЕС 1301 с рабочим напряжением катушки 48 В (сопротивление — 2,5 кОм) и с четырьмя группами контактов на переключение, при этом резистор R12 заменён перемычкой. В случае использования реле с катушкой на меньшее рабочее напряжение гасящий резистор R12 необходимо установить, подобрав его сопротивление и мощность. Для реле с рабочим напряжением менее 20 В целесообразно отключить левый по схеме вывод резистора R12 от контакта "Д" и подключить его к контакту "Г" (см. рис. 1). Тиристор КУ101Е (см. рис. 3) можно заменить на КУ101Г, светодиоды — любые подходящие по цвету и яркости свечения.

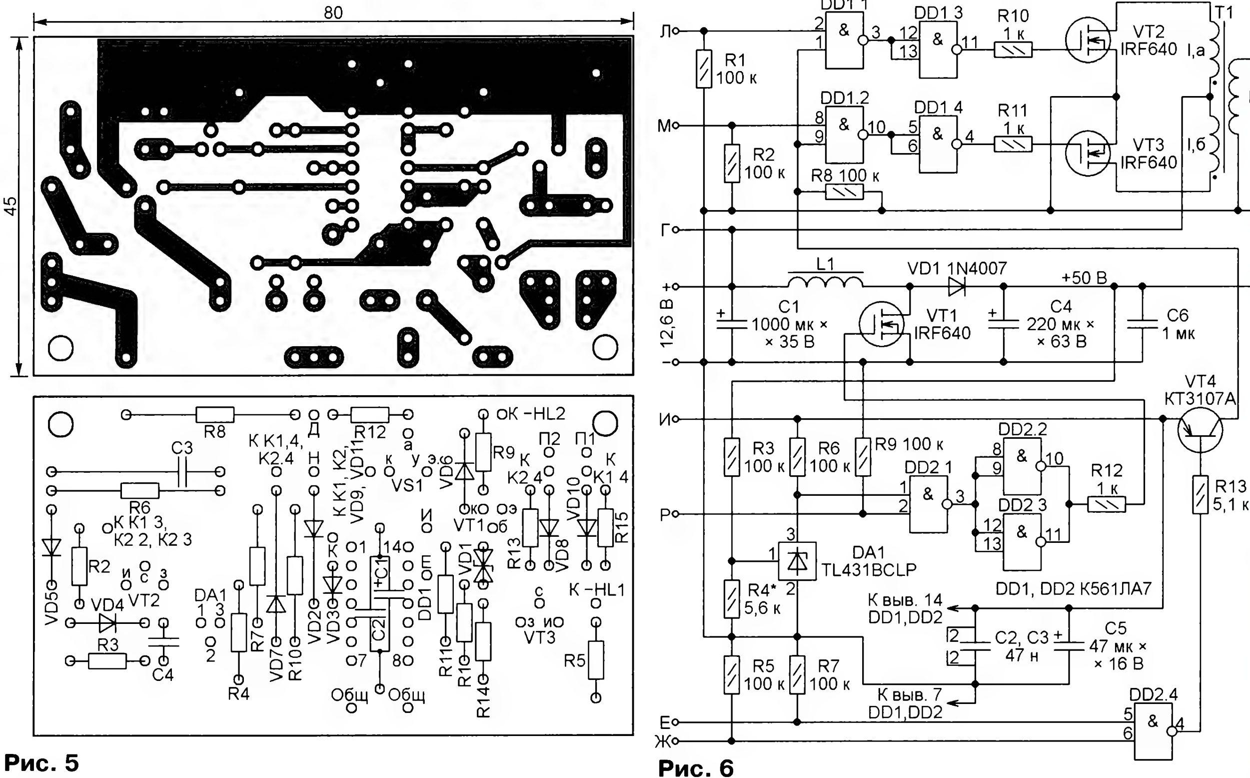


Рис. 5

Рис. 6

(ТА1). Для вызова аппарата ТА3 с аппарата ТА1 (ТА2) необходимо сначала нажать на кнопку SB1 (SB4), а только затем снять телефонную трубку.

Кнопки можно смонтировать как отдельно, так и в корпусах телефонных аппаратов. В качестве кнопок SB1 и SB4 можно использовать шунтирующие контакты (ШК) имеющихся в телефонах дисковых номеронабирателей. Они замыкаются при повороте диска и остаются замкнутыми до его возвращения в исходное положение. Для реализации этого способа необходимо отключить провода номеронабирателя от платы телефонного аппарата, а вместо импульсных контактов (ИК) установить перемычку.

Обычно от номеронабирателя отходят три провода: жёлтый — ИК, синий — ШК, красный — общий. Расцветка и число проводов могут быть иными, поэтому для уточнения назначения выводов можно вскрыть крышку номеронабирателя или воспользоваться литературой, например, [5].

В телефонных аппаратах с кнопочными номеронабирателями можно использовать любые из имеющихся на них кнопок, аккуратно перерезав идущие к ним печатные проводники и припаяв к ним провода, идущие к общему проводу приставки и её контактам "П1" и "П2".

Единственная проблема, с которой, скорее всего, придётся столкнуться при доработке по описанной выше методике современного телефонного аппарата, — необходимость замены линейного разъёма, так как в разъёмах большинства аппаратов из четырёх предусмотренных имеются лишь два контакта. Естественно, что и соединительные шнуры аппаратов должны быть соответственно трёхпроводными (для ТА1 и ТА2) и четырёхпроводными (для ТА3).

Приставка собрана на печатной плате, чертёж которой со схемой расположения деталей изображён на **рис. 5**. Конденсаторы C1 и C2 на ней устанавливают над микросхемой DD1. Диоды VD9 и VD11 монтируют непосредственно на выводах катушек вынесенных за преде-

Описанные выше устройства имеют существенный недостаток — они питаются от сети переменного тока. При пропадании напряжения в сети коммутатор и приставка к нему перестанут работать, что в некоторых случаях недопустимо. Эту проблему можно устранить, перейдя на питание постоянным напряжением 12,6 В, резервированным аккумуляторной батареей.

Схема такого блока питания приведена на **рис. 6**. Для работы с ним из коммутатора необходимо удалить диоды VD5 и VD6 (см. рис. 1). При входном напряжении 12,6 В блок обеспечивает на выходе "Д" напряжение +50 В при токе до 120 мА (КПД при максимальном токе нагрузки — 79 %), а на выходе "В" — вызывное переменное напряжение 50 В при токе 15 мА. В дежурном режиме потребляемый от источника напряжения 12,6 В ток — около 30 мА, а при максимальной нагрузке (сняты трубки всех телефонных аппаратов и сработало реле К1 или К2 в приставке) ток возрастает до 620 мА.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Элементы L1, VT1 и VD1 образуют импульсный повышающий преобразователь напряжения, работающий на частоте около 24 кГц. Задающим генератором преобразователя служит микросхема DD2 (см. рис.1). Стабилизация напряжения +50 В обеспечена тем, что участок анод—катод параллельного стабилизатора DA1 при выходном напряжении выше 50 В открывается, а это приводит к прекращению поступления импульсов задающего генератора на затвор транзистора VT1, сопровождающемуся понижением выходного напряжения. Нужное значение выходного напряжения преобразователя устанавливают подборкой сопротивления резистора R4.

Если переменное напряжение на контакте "В" больше требуемого, его можно понизить, включив в разрыв провода, соединяющего точку соединения обмоток I,а и I,б с цепью +12,6 В, несколько последовательно соединённых кремниевых диодов в прямом направлении или гасящий резистор.

Печатная плата блока питания показана на **рис. 7**. Дроссель L1 сделан из готового, содержащего 30 витков провода диаметром 1 мм, намотанных на ферритовом кольце типоразмера K28×15×11. На нём дополнительно намотаны девять витков изолированного многожильного монтажного провода сечением по меди 1 мм^2. Эта дополнительная обмотка соединена с имеющейся синфазно последовательно. Число витков дросселя лучше подобрать экспериментально при налаживании блока питания, добиваясь максимального КПД.

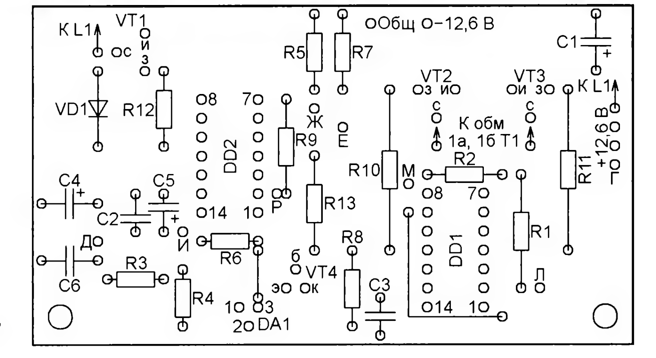


Рис. 7

Переменное вызывное напряжение снимают со вторичной обмотки повышающего трансформатора T1, крайние выводы первичных обмоток которого попеременно соединяют с общим проводом открывающиеся транзисторы VT2 и VT3. Ими управляют импульсы, поступающие с выходов T2 и T4 микросхемы DD2 (см. рис. 1). С помощью логических элементов DD1.1 и DD1.2 можно разрешить или запретить прохождение этих импульсов.

Логический элемент DD2.4 совместно с инвертором на транзисторе VT4 обеспечивает включение источника переменного напряжения при вызове, когда трубка одного телефонного аппарата снята, а другого — нет, и выключает его при обеих снятых или обеих положенных трубках.

В качестве трансформатора T1 блока питания автор применил трансформатор, аналогичный применённому в коммутаторе, использовав его вторичные обмотки как первичные, а первичную — как вторичную.

В качестве замены транзисторов IRF640 VT2 и VT3 подойдут практически любые полевые переключательные транзисторы [4], так как напряжение и ток здесь невелики. На месте VT1 вместо транзистора IRF640 следует использовать транзистор с возможно меньшим сопротивлением открытого канала, например, IRF520 или IRF540. Транзистор VT1 желательно установить на теплоотвод, транзисторы VT2 и VT3 в дополнительном отводе тепла не нуждаются.

Платы, изображённые на рис. 5 и рис. 7, можно объединить в одну, получится плата, по размерам равная плате коммутатора (см. рис. 2).

В авторском варианте печатные платы и другие детали коммутатора с приставкой смонтированы в корпусе трёхфазного индукционного электросчётчика. В нём имеются десять надёжных винтовых зажимов, удобных для подключения проводов, идущих к телефонам, кнопкам и источнику питания. Все крупногабаритные детали (реле, дроссель и трансформатор) размещены вне печатных плат на пластине из текстолита. Светодиоды HL1 и HL2 (см. рис. 3) смонтированы на текстолитовой пластине, установленной напротив прозрачного окна крышки корпуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Севастьянов П.** Телефонная связь между двумя абонентами. — Радио, 2004, № 2, с. 53.

2. **Поляков В., Лещанский И., Иванов А.** RC-генератор на К176ИЕ5. — Радио, 1987, № 10, с. 45.

3. **Нечаев И.** Телефонный аппарат включает освещение. — Радио, 2004, № 12, с. 42.

4. Мощные полевые переключательные транзисторы фирмы International Rectifier. — Радио, 2001, № 5, с. 45.

5. **Корякин-Черняк С. Л., Бревда А. М.** Телефонные аппараты от А до Я. Книга первая. 2-е изд. — СПб.: Наука и техника, 2000.

Автономная система автосигнализации

Ю. ШАБРОВ, г. Арзамас Нижегородской обл.

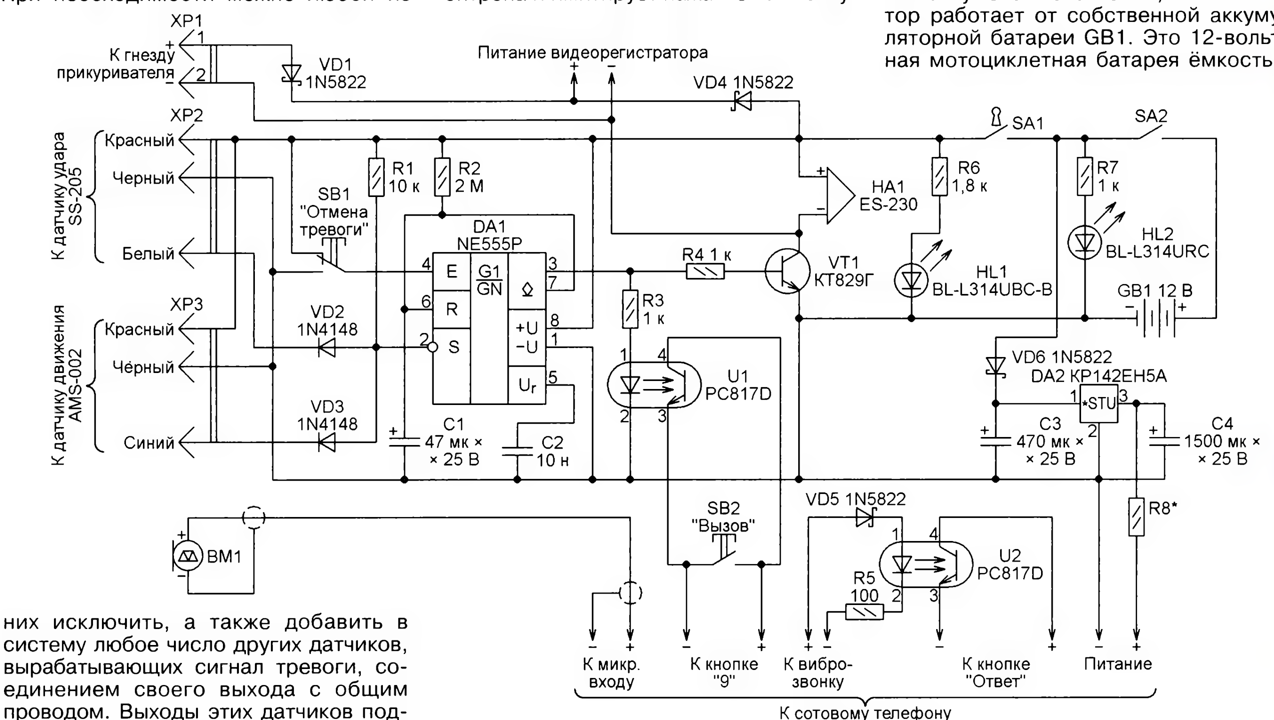
Вмешательство в бортовую электросеть многих автомобилей, оборудованных иммобилайзером и центральным замком, разрешается лишь спустя три года после начала эксплуатации. Иначе автомобиль лишается заводской гарантии. Если в этот период автомобилю потребуется дополнительная охранная сигнализация, предлагаю применить описанную ниже систему. Она не требует никаких изменений в бортсети, а питается от дополнительной аккумуляторной батареи, скрыто установленной, например в багажнике. Такая сигнализация может быть применена и для охраны домов, дач и хозяйственных построек.

Система, схема которой показана на **рисунке**, содержит датчик удара SS-205, подключённый к разъёму XP2, и микроволновый датчик движения AMS-002, подключённый к разъёму XP3. При необходимости можно любой из них исключить, а также добавить в систему любое число других датчиков, вырабатывающих сигнал тревоги, соединением своего выхода с общим проводом. Выходы этих датчиков подключают к выводу 2 микросхемы DA1 через диоды, подобно выходам имеющихся на схеме датчиков.

Даже кратковременное срабатывание любого из датчиков запустит одновибратор, собранный на микросхеме-таймере DA1. Он вырабатывает на своём выводе 3 импульс напряжения положительной полярности, длительность T которого зависит от сопротивления резистора R2 и ёмкости конденсатора C1:

$$T \approx 1{,}1\ R2\ C1.$$

Если сопротивление задано в мегаомах, а ёмкость в микрофарадах, то длительность получится в секундах. При указанных на схеме номиналах элементов она будет около 100 с. На это время откроется транзистор VT1, замыкая цепь питания сирены HA1 (ES-230 — мощностью 30 Вт) и установленного в автомобиле видеорегистратора. Нужно заметить, если штекер XP1 включён в имеющееся на всех автомобилях гнездо прикуривателя, видеорегистратор работает постоянно независимо от наличия сигнала тревоги. Для работы остальной части системы охраны никуда подключать штекер XP1 не требуется.



Сигнал тревоги можно прекратить досрочно, нажав на кнопку SB1. Но если причина, вызывающая срабатывание датчиков, не устранена, после отпускания кнопки сигнал тревоги возобновится.

Во время импульса, генерируемого одновибратором, ток течёт и через излучающий диод оптрона U1. Это открывает фототранзистор указанного оптрона и имитирует нажатие на кнопку "9" сотового телефона. Кнопка запрограммирована на вызов абонента, который должен быть оповещён о тревоге. Микрофон сотового телефона заменён выносным электретным микрофоном BM1, замаскированным в салоне автомобиля и соединённым экранированным проводом с контактными площадками для микрофона на плате сотового телефона, из которого удалён его собственный микрофон. Абонент, получивший вызов, может прослушать, что происходит в салоне. Если потребуется, запрограммированному абоненту можно позвонить и преднамеренно. Для этого достаточно нажать на кнопку SB2.

При входящем звонке на сотовый телефон напряжение с его виброзвонка через диод VD5 и резистор R5 поступит на излучающий диод оптрона U2. Сам виброзвонок и громкоговоритель из телефона нужно удалить, чтобы издаваемые ими звуки не демаскировали его. Фототранзистор оптрона U2, открывшись, сымитирует нажатие на кнопку "Ответ". Звонок будет принят, и абонент сможет услышать, что происходит в салоне охраняемого автомобиля.

Каждую пару проводов необходимо подключать к телефону в строгом соответствии с указанной на схеме полярностью. Её определяют, измеряя мультиметром напряжение между точками подключения проводов к плате работающего телефона. Из используемого в системе телефона удаляют его собственный аккумулятор, а на освободившиеся контакты подают напряжение питания от стабилизатора DA2 через резистор R8, сопротивление которого выбирают наибольшим, при котором телефон устойчиво работает. Возможно, чтобы добиться надёжной имитации нажатий на кнопки, придётся подобрать сопротивление резисторов R3 и R5.

Как уже было сказано, сигнализатор работает от собственной аккумуляторной батареи GB1. Это 12-вольтная мотоциклетная батарея ёмкостью 7 А·ч. Недалеко от неё скрыто расположен выключатель SA2, который следует размыкать при больших перерывах в использовании сигнализации, чтобы избежать излишней разрядки батареи током, потребляемым светодиодом HL2. Выключателем SA1, замыкаемым и размыкаемым с помощью ключа, пользуются для оперативного включения и выключения системы. О том, что она включена, сигнализирует синий мигающий светодиод HL1, установленный в салоне автомобиля.

Изготовленная система работает с 2015 г. Сбоев не замечено.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

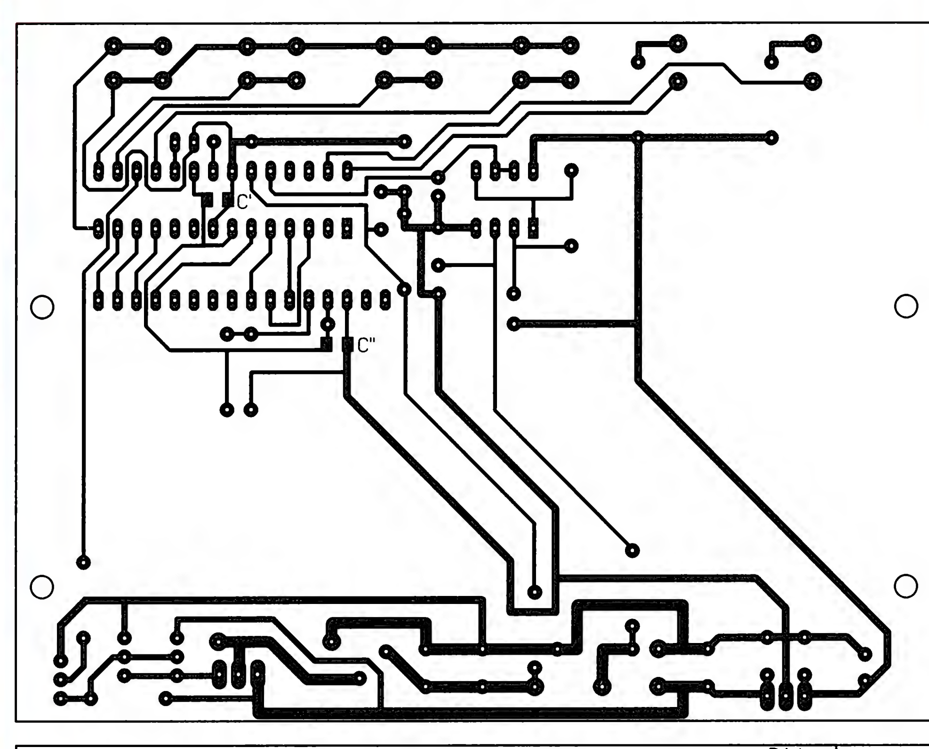
НЕФЁДОВ В. Универсальное микроконтроллерное зарядное устройство. — Радио, 2016, № 9, с. 30, 31.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы устройства и расположение элементов приведены на **рис. 1**. Программирование микроконтроллера DD1 непосредственно на плате не предусмотрено, поэтому для удобства внесения изменений в программу на плате для выемки и вставки микроконтроллера следует установить панель DIP-28.

Светодиоды HL1, HL2 могут быть любыми маломощными. Дроссель L1 можно применить готовый, например, TLC11D101 на ток 1,8 А фирмы Panasonic или отечественный КИ 3,0-100 мкГн. Для повышения устойчивости работы со стороны печатных проводников установлены дополнительные керамические конденсаторы C′ и C″ для поверхностного монтажа типоразмера 1206 ёмкостью по 0,1 мкФ.

***От редакции.** Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/04/un_zar.zip** на нашем FTP-сервере.*



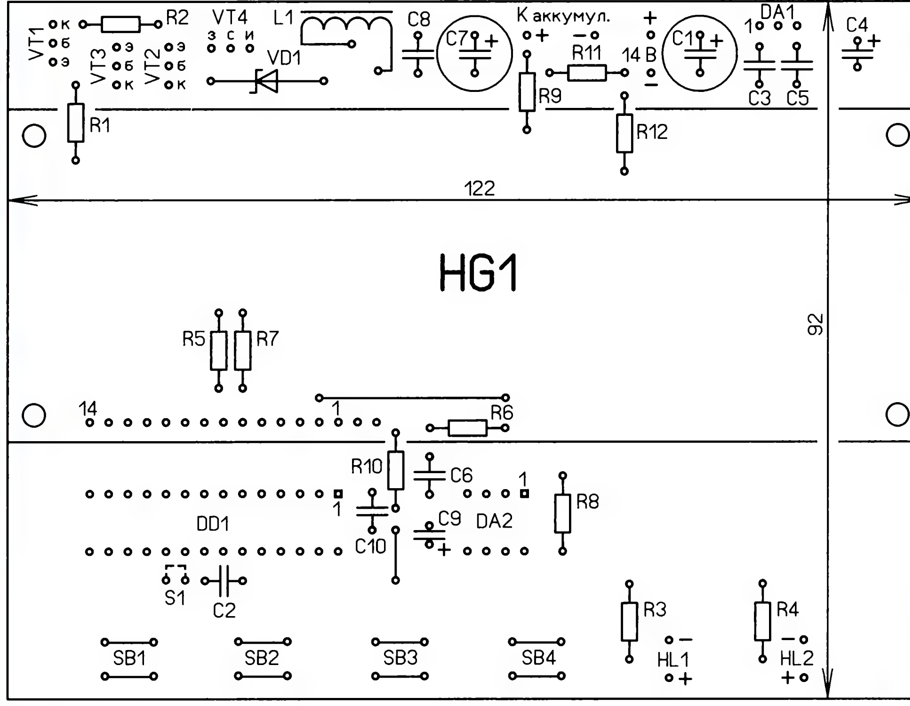


Рис. 1

БУТОВ А. Автоматическое включение компьютерного монитора. — Радио, 2018, № 4, с. 64.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы устройства и расположение элементов приведены на **рис. 2**. Она рассчитана на установку навесных элементов, указанных в статье.

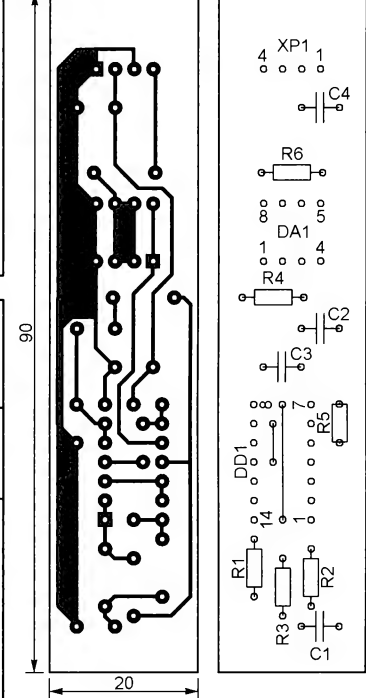


Рис. 2

***От редакции.** Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 6.0 и TIFF имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/04/auto_ON.zip** на нашем FTP-сервере.*

Мемориал "Победа-73"

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.

В ознаменование 73-летия Победы над фашизмом, отдавая дань памяти тем, кто защищал нашу Родину на фронтах Великой Отечественной войны, и тем, кто ковал нашу Победу в тылу, в знак глубокого уважения и благодарности за их вклад в Победу над фашизмом, принимая во внимание всемирно-историческое значение Победы над фашизмом в Великой Отечественной войне, Союз радиолюбителей России при поддержке Автономной некоммерческой организации "Редакция журнала "Радио" проводит в мае 2018 г. мемориал **"Победа-73"**.

Для участия в мемориале приглашаются радиолюбители всех стран мира.

Основная цель мемориала — увековечить память о подвигах (заслугах) защитников и жителей городов-героев, городов воинской славы России, воинских подразделений, Героев Советского Союза и кавалеров ордена Славы, предприятий, организаций, объединений и отдельных граждан, совершённых на фронте и в тылу в период Великой Отечественной войны. Эта цель достигается работой мемориальных станций, включая передачу во время радиосвязей мемориальными радиостанциями информации об исторических событиях, в честь которых они работают, рассылкой памятных QSL-карточек и диплома "Победа-73", созданием памятных страниц на радиолюбительских ресурсах в сети Интернет и других действий, направленных на увековечивание памяти подвигов.

Проведение мемориала осуществляется Оргкомитетом, который формируется распоряжением президента СРР по согласованию с редакцией журнала "Радио".

Положение мемориала полностью опубликовано на сайте СРР.

Мемориальные радиостанции с префиксом RP73 начинают работать в 00 ч 00 мин UTC 5 мая и заканчивают в 14 ч 00 мин UTC 9 мая 2018 г. — непосредственно перед официальной минутой молчания.

Торжественное открытие мемориала состоится **5 мая в 09 ч 00 мин UTC** и **проводится** радиостанцией **RP73L (г. Санкт-Петербург)** на частоте **7,073 МГц**, а также радиостанцией **RP73P (г. Тюмень)** на частоте **14,173 МГц**. Оно включает в себя обращение Оргкомитета мемориала к его участникам и минуту молчания (с 09 ч 04 мин до 09 ч 05 мин UTC) в память о событиях тех лет. Работа мемориальных станций продолжится в **09 ч 05 мин UTC**.

"Вахта Памяти" и встреча городов-героев и городов воинской славы состоится **9 мая** в **09 ч 00 мин UTC**: на частоте **7,073 МГц** — проводится радиостанцией **RP73L (г. Санкт-Петербург)**, а на частоте **14,173 МГц** — проводится радиостанцией **RP73P (г. Тюмень)**.

Одним из итогов мемориала станет сайт **http://pobeda.srr.ru**, содержащий текстовое описание подвигов (заслуг), в честь которых была организована работа мемориальных радиостанций, а также графику — фотографии мемориалов, памятников, памятных досок, репродукций фото из архивов, сделанные операторами мемориальных радиостанций.

Основным программным обеспечением, обеспечивающим проведение мемориала, является радиолюбительский сервис Hamlog, через который регистрируются заявки на получение мемориальных позывных, а также производится загрузка отчётов мемориальных радиостанций и выдача электронных дипломов дипломной программы мемориала.

Редакция журнала "Радио" традиционно наградит самых активных участников мемориала в номинациях "Труженики тыла", "Клубные радиостанции", "Молодёжные индивидуальные радиостанции" и "Молодёжные клубные радиостанции".

В рамках мемориала каждый год происходят важные события — встречи молодёжи с ветеранами, радиоэкспедиции на места боёв, на мемориалы и памятные места.

В эфире будет звучать множество радиостанций с цифрами 73 в позывных. На сей раз это не наилучшие пожелания, самый популярный радиолюбительский код, а исторический факт — 73 года нашей общей Победе. И звучать эти цифры будут в позывных радиолюбителей не только России, но и Болгарии, Белоруссии, Азербайджана, Сербии и других стран.

Союз радиолюбителей России и редакция журнала "Радио" приглашают всех радиолюбителей принять участие в мемориале. ■

Коротковолновик — будущий академик

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Историческая справка [1]: *Евгений Константинович Фёдоров (1910—1981) — известный учёный, крупный государственный и общественный деятель, Герой Советского Союза, награждён пятью орденами Ленина и многими другими наградами; с 1939 г. — член-корреспондент АН СССР, с 1960 г. — академик, в 1939—1947 гг. и в 1962—1974 гг. возглавлял Главное управление Гидрометеослужбы при СМ СССР, дважды лауреат Государственной премии — 1946 г. и 1969 г., депутат Верховного Совета 1-го и 9—10-х созывов.*

История появления этого материала несколько необычна... Лет десять назад, проходя во Львове мимо "развала" букинистической литературы, увидел книгу воспоминаний Е. К. Фёдорова и, на всякий случай, её купил. Сев в трамвай, начал бегло её пролистывать и, увидев нижеследующие выдержки, начал делать в книге соответствующие закладки.

Сделав очередную закладку, подумал, что он должен был быть коротковолновиком. Приехав домой, сразу же начал просматривать списки довоенных коротковолновиков [2]. И, удача! На с. 51 указано: 76RB — Фёдоров Е. К. (Н.-Новгород, Грузинский пер., 16—4). Учитывая, что префиксы RB в СССР выдавались с 1928 г., то всё совпадает, и он — "наш человек"!

Привожу выдержки из его воспоминаний из книги [3]:

— с. 35: "... год проработал техником в самом первом магазине радиотоваров в Горьком (он тогда носил старинное название Нижний Новгород) ...";

— с. 36: "Разумеется, я присоединился к Нижегородскому обществу радиолюбителей. Нижегородская радиолаборатория была не только первым очагом современной радиотехники в нашей стране, но, объединяя около себя молодых людей и мальчишек, стала также первой базой радиолюбительского движения. Мне не по средствам было завести себе настоящий радиопередатчик, но ламповый приёмник я собрал, и, переключая его на генерацию, робко выпускал свои неуверенные точки и тире в эфир, не подозревая, что через несколько лет мне придётся дублировать знаменитого Кренкеля".

Что касается дублирования Э. Т. Кренкеля (RAEM) во время дрейфующей экспедиции Главсевморпути "Северный полюс" (далее по тексту "СП", в эфире её позывной сигнал был UPOL), то об этом Е. К. Фёдоров упоминает на с. 226 (об одном из эпизодов от 30 сентября 1937 г.): "Шестичасовой срок делает Кренкель и ложится. В 12 часов мне передавать метео в эфир. Сегодня передать-то передал, а принять не смог".

Е. К. Фёдоров, 1937—1938 гг.

Полярные дневники

Полярные дневники

Е. К. Федоров

Полярные дневники

Полярные дневники

Полярные дневники

Полярные дневники

Обложка книги Е. К. Фёдорова.

Прим. автора: *Первоначально эта экспедиция именовалась как "Северный полюс" ("СП") — именно так она упоминается в журналах "Радиофронт" в 1937—1938 гг. В 1948 г. она стала именоваться как "СП-1", так как тогда было принято решение об организации в 1950 г. второй экспедиции "СП-2".*

Да и лексикон в воспоминаниях Е. К. Фёдорова вполне соответствует жаргону коротковолновика. Так, например, на с. 208 (при описании слышимости их передатчика на о. Рудольфа) отмечено: "Мы слышны на R-9, и это при 20 ваттах!".

Это же подтверждает и Николай Афанасьевич Байкузов (U3AG) [4], находившийся во время дрейфа "СП" несколько осенних месяцев 1937 г. на о. Рудольфа (он был радистом одного из лёгких самолётов арктической экспедиции Аэрофлота, за участие в которой награждён орденом Красной Звезды): "Впрочем, вместо Эрнста иногда вылезал в эфир его ученик т. Фёдоров и чётко, но не спеша, передавал очередную метеосводку. В пике нагрузки работал сам учитель".

Прим. автора: *Н. А. Байкузов (ранее: 54RA, eu2BD, после Великой Отечественной войны — UA3AG) с 1 января 1937 г. входил в состав Совета СКВ при ЦС ОАХ СССР; генерал-майор инженерно-авиационной службы; в 1946—1952 гг. — главный редактор журнала "Радио".*

А вот что записал в своём дневнике от 1 октября руководитель экспедиции Иван Дмитриевич Папанин [5, с. 171]: "Женя в это время передал на остров Рудольфа метеорологические данные. Он уже второй день самостоятельно передаёт по радио метеорологическую сводку: Эрнст его научил".

А в общих чертах И. Д. Папанин отмечал [6, с. 170] их жизнь на льдине: "Разнообразило нашу жизнь совмещение профессий. Эрнст всё чаще доверял Жене передавать метеосводки, вести приём. Получалось, конечно, медленнее, но зато у Эрнста был перспективный дублёр. Теодорыч вообще выступал в роли эрудита: Женю обучал радиоделу, меня — игре в шахматы".

Эрнст Теодорович Кренкель (RAEM, ранее: eu2EQ, U3AA) с присущей ему лаконичностью о работе в эфире своего ученика Е. К. Фёдорова лишь отметил [7, 8], что на этапе подготовки к экспедиции было принято решение: "Фёдоров должен стать моим дублёром", а описывая

саму экспедицию, ещё раз подчеркнул, что он был "запасным радистом".

Прим. автора: *Вполне логично, что позже (в последующих реформах системы позывных) среди коротковолновиков Е. К. Фёдоров не значится. Да это и понятно — переезд в конце 20-х годов в Ленинград на учёбу в ЛГУ, зимовки на полярных станциях в бухте Тихая (Земля Франца-Иосифа) и на мысе Челюскин, затем экспедиция "СП".*

В заключение обратим внимание на один нюанс в его биографии (периода 1947—1955 гг.), который в литературе [1, с. 258] отмечен лишь лаконичной фразой: "... работал в Геофизическом институте АН СССР" и которая является как бы временным "глубоким провалом" в занимании Е. К. Фёдоровым крупных государственных должностей и постов. Более подробно: в августе 1947 г. генерал Фёдоров был внезапно снят с поста начальника Гидрометеослужбы, разжалован в рядовые и предан так называемому "суду чести" по надуманному и лживому предлогу — "за пресмыкательство и раболепие перед заграницей, выразившееся в передаче гидрометеорологических данных англичанам и американцам во время войны". Решением "суда чести" получил "общественный выговор".

Можно предположить, что это связано с начавшейся во второй половине 40-х годов "модной" статьёй для репрессий в СССР — обвинением в космополитизме (т. н. идеологии "мирового гражданства"), автором которой являлся Г. М. Маленков. Кстати, под них в 1948 г. "попал" и Э. Т. Кренкель, будучи освобождённым от должности заместителя начальника ГУСМП и члена его коллегии.

На более серьёзные репрессивные меры у Л. П. Берии оказались "коротки руки", но это уже другая история.

ЛИТЕРАТУРА

1. БСЭ, третье изд. — М.: Советская энциклопедия, 1977, т. 27, с. 258.

2. **Члиянц Г. (UY5XE), Степанов Б. (RU3AX)**. Листая старые "Call Book" и не только... (1925—1941). — Львов: "СПОЛОМ", 2008. — 304 с.

3. **Фёдоров Е. К.** Полярные дневники. — Л.: Гидрометеоиздат, 1979. — 312 с.

4. **Байкузов Н.** 130 полётов в Арктике. — Радиофронт, 1938, № 15—16, с. 6, 7.

5. **Папанин И. Д.** Жизнь на льдине (дневник). Изд. пятое, дополненное и исправленное. — М.: Мысль, 1966. — 332 с.

6. **Папанин И. Д.** Лёд и пламень. — М.: Политиздат, 1977. — 416 с.

7. **Кренкель Э. Т.** Мой позывной — RAEM. — М.: Новый мир, 1970, № 9—11, 1971, № 10—11.

8. **Кренкель Э. Т.** RAEM — мои позывные (посмертное изд.). — М.: Советская Россия, 1973. — 496 с.

Разработка и запуск радиолюбительских малых космических аппаратов с орбитальных станций "Мир" и МКС

Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королёв,
Татьяна КОЛМЫКОВА, д-р экон. наук, проф., г. Курск,
Егор ШИЛЕНКОВ, канд. техн. наук, г. Курск

Более двадцати лет назад, в 1996 г., в честь 40-летия космической эры (запуск ИСЗ-1) в РКК "Энергия" была разработана и успешно реализована в 1997 г. первая школьная российско-французская программа "Спутник-40". Вывод в космос спутника (RS-17) состоялся 3 ноября 1997 г. Космонавт П. В. Виноградов осуществил его "ручной запуск". "Спутник-40" передавал сигналы около 57 дней и через 200 дней сошёл с орбиты. За приём сигналов "бип-бип-бип" и телеметрических параметров от RS-17 были отправлены более 1000 дипломов радиолюбителям из более 40 стран мира. В ходе этой школьной программы были реализованы ещё два проекта "Спутник-41" (RS-18) и "Спутник-Битник" (RS-19). Конструкция спутников осталась прежней, а изменился только сам вид передаваемой информации и, соответственно, блок её формирования. RS-18, кроме сигналов "бип-бип", которые были аналогом сигналов первого ИСЗ, передавал два вида голосовых сообщений на русском, английском и французском языках и телеметрические данные о температуре спутника. Эти спутники являлись копией первого в мире ИСЗ в масштабе 1:3.

QSL-карточка спутника RS-18.

Второй школьный российско-австралийский проект был разработан в РКК "Энергия" совместно с Институтом космических исследований.

Спутник RS-21 весил около 30 кг и запускался с борта Международной космической станции (МКС). Он был запущен из контейнера во время отстыковки корабля "Прогресс" в марте 2002 г. Полёт спутника был рассчитан на шесть месяцев. Кроме научных данных, спутник передавал и голосовые сообщения. В памяти процессора записали голосовые приветствия российских и австралийских школьников — участников проекта, космическую музыку и приветствие основоположника Мировой космонавтики К. Э. Циолковского, прозвучавшее 1 мая 1935 г. на Красной площади в Москве. Спутник работал на частотах 145,825 и 435,35 МГц. Следующим проектом из этой серии был запуск спутника "Чибис".

С 2006 г. запуск спутников начал проводиться по программе космического эксперимента "РадиоСкаф" с целью выяснения поведения научной аппаратуры в открытом космосе. В качестве корпуса для аппаратуры было принято решение задействовать имевшийся на борту МКС скафандр "Орлан", отслуживший свой срок, чтобы он ещё раз послужил науке. Так зародилось название эксперимента — "РадиоСкаф" (образовано от слов "радио" и "скафандр"). На Земле были созданы компоновочные элементы, которые космонавты смонтировали на скафандре.

2 февраля 2006 г. в честь 175-летия МГТУ им. Н. Э. Баумана и 75-летия МАИ скафандр с научной аппаратурой был запущен экипажем с борта МКС. В последующем автономном полёте проводились экспериментальная отработка аппаратуры спутника, приём служебной и целевой информации со спутника на наземные пункты радиолюбительской связи всего мира. Спутник передавал:

— телеметрическую информацию от служебного оборудования;

— цифровое изображение "175 МГТУ" в формате SSTV;

— приветственные голосовые сообщения.

Спустя пять лет, в 2011 г., была создана вторая модификация аппаратуры эксперимента.

Изображение, передаваемое со спутника "РадиоСкаф-1".

Задача эксперимента — получение служебной и целевой информации от "Часки" во время автономного полёта. Результаты эксперимента — цифровые фотоизображения районов земной поверхности и данные телеметрии, полученные от спутника наземными приёмными пунктами связи. 15 января 2015 г. спутник закончил свою работу.

В октябре 2015 г. коллектив ЮЗГУ приступил к реализации четвёртого этапа эксперимента "РадиоСкаф" — созданию наноспутника "Томск ТПУ-120", названного в честь 120-летия Национального исследовательского Томского политехнического университета (ТПУ). Проект объединил два технических ВУЗа страны — Националь-

Запуск спутника "РадиоСкаф-1"

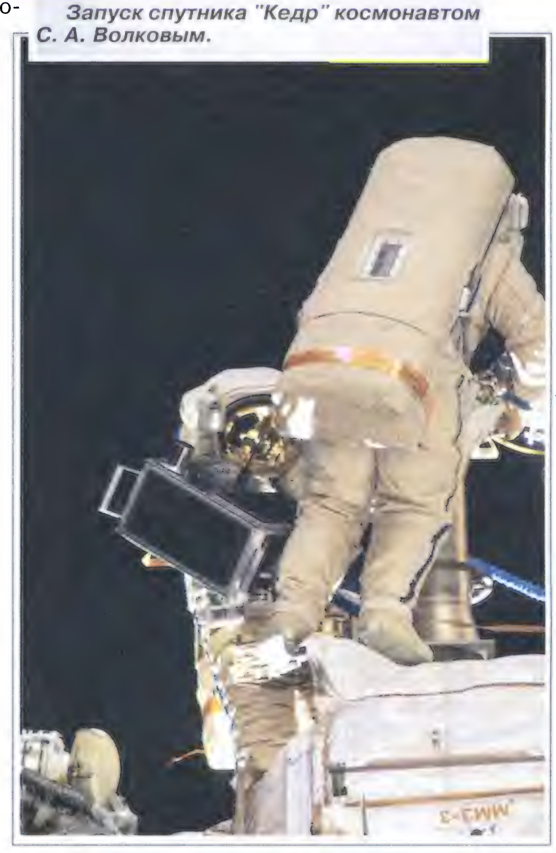
Запуск спутника "Кедр".

Возможности установки научной аппаратуры в очередной скафандр не оказалось, поэтому был разработан собственный корпус, представляющий собой "ящик" размерами 50×50×30 см. Создание и запуск были посвящены 50-летию полёта первого человека в космос, поэтому спутник получил название "Кедр", как позывной Ю. А. Гагарина. Проект был одобрен Российской академией наук и утверждён ЮНЕСКО как международный проект, который стал называться "UNESCO-SAT 1". Аппаратура спутника получила позывной RS1S. 3 августа 2011 г. запуск состоялся с борта российского сегмента МКС. Радиолюбители всего мира принимали голосовые сообщения спутника: 25 различных приветствий от молодёжи на 15 языках, переговоры Юрия Алексеевича Гагарина и Сергея Павловича Королёва во время полёта, речь Константина Эдуардовича Циолковского от 1 мая 1935 г. Также передавались цифровые изображения от четырёх камер, служебная и научная телеметрия спутника. После разрядки аккумуляторной батареи аппаратура спутника питалась от шести панелей солнечных батарей, поэтому передача информации происходила только на солнечной стороне орбиты. Спутник прекратил передавать сигналы 4 января 2012 г.

Эксперимент начал набирать обороты. Студенты Юго-Западного государственного университета (ЮЗГУ) г. Курска предложили свою помощь в создании аппаратуры для очередного (третьего) этапа эксперимента "РадиоСкаф". Габариты спутника были минимизированы, и космический аппарат перешёл в категорию "нано", представляя собой "кубик" со стороной 10 см. Аппарат получил название "Часки". Его позывной — RS2S. Первый в мире наноспутник, запущенный 18 августа 2014 г. с борта МКС во время выхода в открытый космос космонавтом О. Г. Артемьевым, был разработан студентами ЮЗГУ совместно со студентами Перуанского национального инженерного университета. Этот этап эксперимента положил начало разработки и создания нового вида спутников — наноспутников.

В состав аппаратуры наноспутника входили шесть панелей солнечных батарей в трёх плоскостях, антенна на диапазон 430 МГц, две видеокамеры для видимого и инфракрасного наблюдения, радиопередающий и радиоприёмный блоки систем связи, блок обработки и формирования сигналов, блок формирования изображений, аккумуляторная батарея и блок управления включением аппаратуры.

Запуск спутника "Кедр" космонавтом С. А. Волковым.



ЭНЕРГИЯ

	RADIO	DATE	TIME	RST	MODE
RS ___ S					

Verifyed by Tatiana Kolmykova (QSL manager)
Legal address: 305040, Russia, Kursk, 50 Let Oktyabrya Street, 94

Autonomous intellectual grouping of CubeSats «Tanusha-SWSU»

Mission: Designing interfaces and protocols for peer-to-peer communication networks for the self-organization of an intellectual grouping of small satellites.

Each satellite transmits telemetry and a voice greeting.

Parameters of the transmitted signal: operating frequency 437.05 MHz, FM modulation type, channel bandwidth 25 kHz, analog-audio (mono) modulating signal.

Protocol telemetry: analog protocol AX.25, the data rate of 9600 bps.

The satellites were created and launched in the framework of the **Radisokaf** space experiment.

The satellite was made by the team of the Southwest State University (SWSU), Kursk, Russia.

SWSU is a rapidly developing university which holds the leading position among Russia's universities. There are 12,000 people who study in the university, more than 550 of them are international students from 87 countries. Students from all over the world come to SWSU for a 3-month or a 6-month courses to learn Russian language and its culture. Those who would like to get their degree in SWSU take a 1-year Preparatory Russian Language Program. The Program allows international students to adapt to a foreign culture, another educational environment and to find new friends.

Information about the satellites on the website: http://eng.swsu.ru/space

Signature:

QSL-карточка спутников "Танюша-ЮЗГУ".

ный исследовательский Томский политехнический университет (г. Томск) и Юго-Западный государственный университет (г. Курск). ЮЗГУ создал всю электронную часть спутника, ТПУ разработал и изготовил корпус спутника "Томск ТПУ-120" и теплозащитные блоки для аккумуляторных батарей. Спутник получил позывной RS4S. Корпус спутника представляет собой удлинённую базу предыдущего этапа — три "кубика" в ряд. За счёт этого аппаратура получила большой энергетический потенциал, поскольку на корпусе установлены 24 солнечные батареи. Тестовые испытания спутника "Томск ТПУ-120" были проведены на базе ЮЗГУ и РКК "Энергия". В мае 2016 г. экипаж МКС (Ю. И. Маленченко, О. И. Скрипочка и А. Н. Овчинин) включил наноспутник, который через внешние антенны системы радиолюбительской связи передал приветственные голосовые сообщения на десяти языках. В течение суток передавались 25 сообщений длительностью полминуты с паузой в одну минуту.

В настоящее время коллектив ЮЗГУ провёл большую работу по созданию серии малых космических аппаратов для пятого этапа космического эксперимента "РадиоСкаф". Это наноспутники серии "CUBSAT", на которых отрабатываются их технические взаимодействия в конфигурации группировки спутников. Первые два наноспутника "Танюша-ЮЗГУ-1" и "Танюша-ЮЗГУ-2" были доставлены на борт МКС и запущены в космос 17 августа 2017 г. Позывные этих спутников — RS6S и RS7S, соответственно.

Спутники созданы и запущены в открытый космос в знаменательный год — год празднования 60-летия космической эры и 160-летия основоположника космонавтики Константина Эдуардовича Циолковского. В честь этих событий аппараты транслируют на Землю голосовое приветствие на четырёх языках: русском, английском, испанском и китайском.

С запуском этих спутников впервые создана в открытом космосе автономная интеллектуальная группировка малых космических аппаратов. Уникальность этой группировки в том, что новые научные и технические решения позволят обеспечить самоорганизацию спутников и их взаимодействие для реализации экспериментов в открытом космосе.

Вторая пара наноспутников "Танюша-ЮЗГУ-3" и "Танюша-ЮЗГУ-4" (позывные RS8S и RS9S) уже доставлена на борт МКС, их запуск в космос запланирован на август этого года. Третью пару спутников "Танюша-ЮЗГУ-5" и "Танюша-ЮЗГУ-6" мы планируем запустить в 2019 г.

Со спутниками ЮЗГУ проводятся три эксперимента.

Первый (основной) — достижение автономной самоорганизации аппаратов, что позволяет оценить возможность включения в группировку большего числа спутников. В дальнейшем будет решена задача по обеспечению возможности распределённого приёма радиосигнала.

Второй эксперимент заключается в измерении плотности вакуума с использованием уникального вакуумметра, разработанного в ЮЗГУ специально для проведения этого эксперимента. Измеритель вакуума регистрирует нейтральные и заряженные частицы в безвоздушном пространстве путём измерения тока между электродами датчика. Основное применение — определение зон плотности вакуума для построения математических моделей расчёта движения небесных тел. Таким образом, применение вакуумметра позволит уточнить параметры для расчёта баллистики спутников и оптимизировать математическую модель траектории их движения.

Третий эксперимент состоит в отработке параметров пассивной системы ориентирования — инерциальной навигационной системы, созданной на микромеханических сенсорах-гироскопах. Такая система отслеживает углы поворота относительно трёх осей: рысканья, крена и тангажа.

Спутники передают телеметрические данные о состоянии бортовых систем: температуры, тока потребления, напряжения на блоках. Планируемое время существования спутников на орбите — 20 месяцев.

*Более подробную информацию можно посмотреть по адресу **https://swsu.ru/space/** на сайте ЮЗГУ.*

В заключение напоминаю радиолюбителям, что радиолюбительская деятельность на борту МКС продолжается, но в рамках эксперимента "О Гагарине из космоса". *На сайтах* **http://www.spaceflightsoftware.com/ARISS_SSTV/** и **http://rs0iss.ru/** *можно получить дополнительную информацию.*

Простой усилитель мощности на двух ГК-71

Вячеслав ФЕДОРЧЕНКО (RZ3TI),
г. Дзержинск Нижегородской обл.

Многие радиолюбители конструируют коротковолновые усилители мощности на лампах прямого накала, таких как ГУ-13, ГК-71, ГУ-81. Эти лампы не дорогие, неприхотливы в эксплуатации, отличаются высокой линейностью характеристики и не требуют принудительного охлаждения. Главным положительным качеством этих ламп является их готовность к работе через одну-две секунды после подачи питания.

По предлагаемому описанию было изготовлено более десятка конструкций, которые показали отличные технические характеристики, хорошую повторяемость, простоту в налаживании и эксплуатации. Конструкция рассчитана на повторение радиолюбителями средней квалификации.

Усилитель выполнен по схеме с общим катодом (**рис. 1**), которая несколько сложнее схемы с общей сеткой, так как требует подачи питания на экранные и управляющие сетки ламп. Но эти сложности с лихвой окупаются малой необходимой мощностью входного сигнала (15...20 Вт), соответственно, облегчённым режимом работы трансивера и его полной независимостью от состояния выходной колебательной системы (ВКС) усилителя (против схемы с ОС), простотой настройки и стабильной работой.

Оптимальный режим питания радиоламп, наличие в усилителе защиты от коротких замыканий и перегрузок, "мягкое" включение и режим "Сон" делают это устройство экономичным, малошумящим, с высоколинейным усилением сигнала и отсутствием помех ТВ-приёму.

Лампы ГК-71 работают в усилителе надёжно и без прострелов при анодном напряжении +3 кВ, отдавая мощность до 1 кВт при напряжении −120 В на первой сетке и +700 В на второй. Ввиду малого потребления тока в цепи питания экранных сеток обеих ламп (50...60 мА) применена простая и оригинальная схема стабилизации напряжения их питания за счёт большой ёмкости конденсаторов С34, С35 и "подкачки" напряжения с трансформатора тока Т3, которое изменяется пропорционально току в первичной обмотке трансформатора Т1. Нестабильность напряжения на вторых сетках не превышает 15...20 В, что вполне приемлемо, учитывая весьма малую крутизну ламп ГК-71 по второй сетке, что не ухудшает линейность работы усилителя в целом.

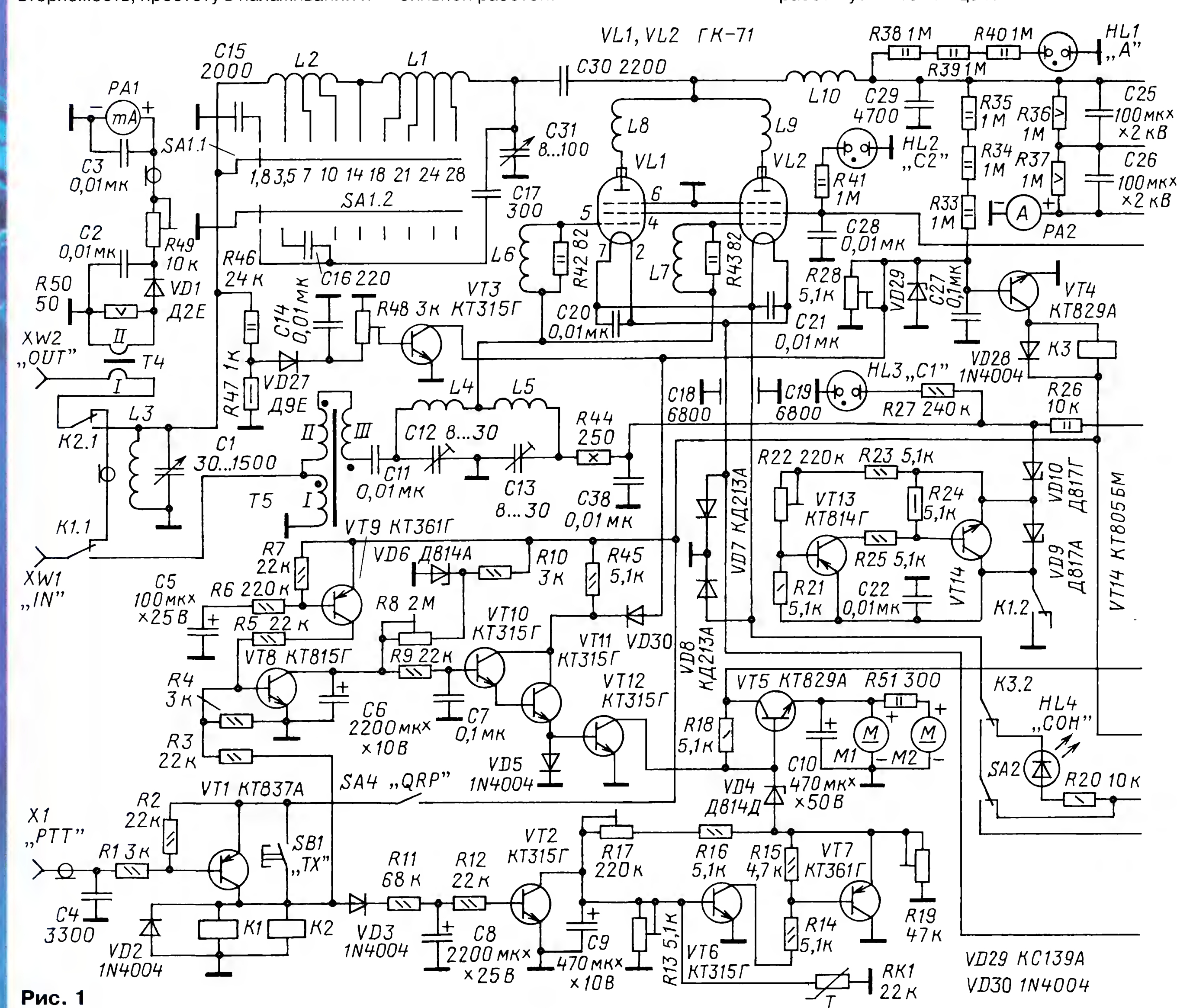
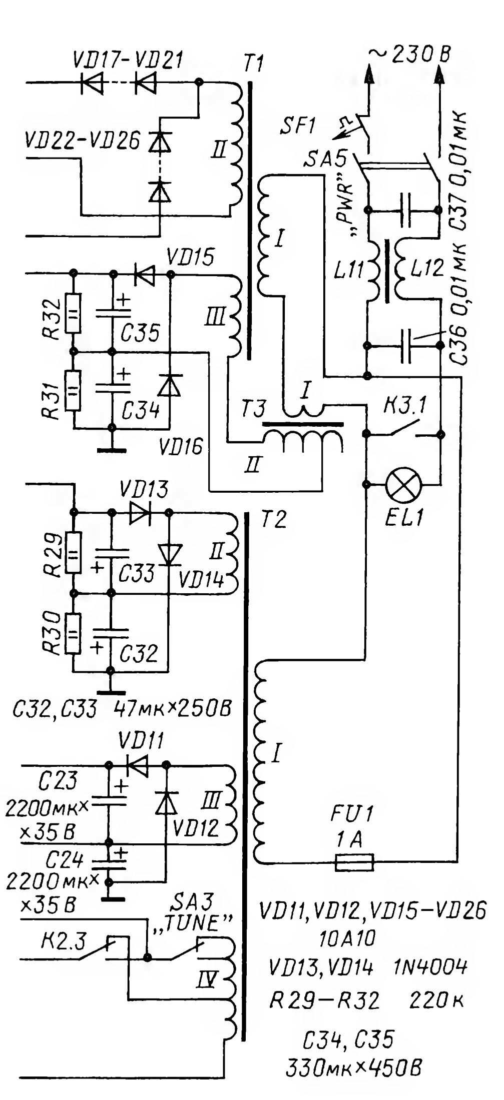


Рис. 1

Напряжение питания первых сеток ламп стабилизировано устройством, так называемым регулируемым аналогом стабилитрона, выполненным на элементах VD9, VD10, VT13, VT14. Стабилитрон VD9 ограничивает максимальное напряжение на транзисторах VT13 и VT14. Подстроечным резистором R22 устанавливают токи покоя ламп.

В усилителе применена схема параллельного питания анодной цепи, как более надёжная и безопасная, так как на элементах ВКС нет высокого постоянного напряжения. При этом снижение на 15...20 % выходной мощности на диапазоне 28 МГц не столь существенно.

Широкополосный трансформатор Т5 на входе усилителя обеспечивает согласование с КСВ не более 1,5 на всех диапазонах с любым импортным трансивером, даже не имеющим встроенного антенного тюнера. ФНЧ L4L5C12C13 с частотой среза 32 МГц компенсирует входную ёмкость ламп ГК-71 на ВЧ-диапазонах.



Источник питания усилителя выполнен на трансформаторах Т1—Т3. При замыкании выключателя SA5 напряжение сети через автомат защиты SF1 и фильтр L11L12C36C37 поступает на первичные обмотки трансформаторов Т1, Т2 через галогенную лампу накаливания EL1, что обеспечивает "мягкое включение" УМ, продлевая жизнь лампам и другим элементам усилителя.

После зарядки высоковольтных конденсаторов С25 и С26 часть напряжения, снимаемого с делителя на резисторах R28, R33—R35, поступает на узел автоматики и защиты с малым "гистерезисом срабатывания", выполненном на транзисторе VT4 и реле К3. Если во вторичных цепях трансформаторов Т1, Т2 нет перегрузок и короткого замыкания, транзистор VT4 откроется, включится реле К3 и замкнёт своими контактами К3.1 лампу EL1. На сетевые обмотки поступит полное напряжение сети, а на лампы VL1, VL2 через контакты реле К3.2 поступит напряжение накала. В случае перегрузки или короткого замыкания напряжение на базе транзистора уменьшится, транзистор закроется, реле К3 обесточится и трансформаторы подключатся к сети через галогенную лампу, которая работает как бареттер, ограничивая ток на уровне 1...2 А и предотвращая выход из строя трансформаторов Т1, Т2 и усилителя в целом.

Все выпрямители источника питания усилителя выполнены по схеме удвоения напряжения. Это упрощает конструкцию трансформаторов и повышает их надёжность.

В режиме ожидания на нити накала ламп поступает напряжение 10 В. При переводе усилителя в активный режим с максимальной выходной мощностью подаётся полное напряжение накала 22 В (если переключатель SA3 находится в верхнем по схеме положении) или 17 В (если переключатель SA3 находится в нижнем положении). В последнем случае усилитель отдаёт 50 % выходной мощности и позволяет сколь угодно долго проводить операции по его настройке, а также работать в эфире без ухудшения качества сигнала. В режиме "Сон" накал ламп отключается полностью контактами реле К3.2.

В активный рабочий режим "ТХ" усилитель переходит практически за 1 с, для чего достаточно кратковременно нажать на кнопку SB1 "ТХ" или на педаль (тангенту), подключённую к гнезду Х1 (PTT) и замыкающую его на общий провод (ток в цепи — 10 мА). Транзистор VT1 откроется, включатся реле К1 и К2, которые коммутируют вход/выход УМ и его цепи управления. Если контакты переключателя SA4 "QRP" разомкнуты, питание на транзистор VT1 не поступит, и это исключает переход усилителя в активный режим. Сигнал с трансивера, минуя УМ, проходит в антенну, и измерительный прибор PA1 (шкала прибора проградуирована в ваттах) при этом покажет мощность проходящего с трансивера сигнала.

В режиме "ТХ" контакты реле К1.2 соединяют с общим проводом цепь стабилизатора напряжения питания первой сетки (С1), и усилитель переходит в активный режим. Измерительный прибор PA2 показывает при этом ток покоя ламп VL1 и VL2.

Для облегчения теплового режима ламп на корпусе усилителя установлены два вентилятора, работающие при пониженном напряжении питания практически бесшумно. На повышенные обороты вентиляторы включаются при температуре в ламповом отсеке более 100 °С.

Узел управления вентиляторами выполнен на транзисторах VT2, VT5—VT7, VT12. При переходе в режим "ТХ" напряжение +24 В с коллектора транзистора VT1 через цепь VD3R11 поступает на конденсатор С8, который через 10...12 с заряжается и открывает транзистор VT2. Он замыкает базовую цепь транзистора VT6 на общий провод, при этом транзистор закрывается и в базовую цепь транзистора VT5 поступает практически полное напряжение +48 В, определяемое подстроечным резистором R19. Вентиляторы включаются на повышенные обороты. После окончания сеанса передачи и перехода усилителя в режим ожидания конденсатор С8 медленно разряжается через базовую цепь транзистора VT2, а вентиляторы ещё 2...3 мин работают на повышенных оборотах. Если сеанс передачи — менее 10 с, конденсатор С8 не успевает зарядиться и вентиляторы работают на пониженных оборотах, не создавая лишнего акустического шума. Резистор R13 определяет рабочую точку транзистора VT6, в которой терморезистор RK1, установленный в ламповом отсеке усилителя, при увеличении температуры до 100 °С начинает закрывать транзистор и частота вращения вентиляторов увеличивается. Подстроечными резисторами R17 и R19 устанавливают минимальную и максимальную частоту вращения вентиляторов, соответственно. При переходе УМ в режим "Сон" транзистор VT12 открывается, замыкает базу транзистора VT5 на общий провод и вентиляторы отключаются.

В усилителе применён хорошо зарекомендовавший себя во многих конструкциях автора режим энергосбережения "Сон". Узел, управляющий этим режимом, выполнен на транзисторах VT8—VT12 и работает так: при включении УМ в сеть, на время зарядки конденсатора С5 (30...40 с), открывается транзистор VT9, открывая транзистор VT8, который разряжает времязадающий конденсатор С6. После чего конденсатор С6 начинает заряжаться на время от 20 с до 15 мин, установленное подстроечным резистором R8.

(Окончание следует)

Два ГПД для трансивера с ПЧ 5,5 МГц

Владимир РУБЦОВ (UN7BV), г. Астана, Казахстан

Проводя эксперименты с различными ПЧ при конструировании трансиверов и приёмников с одной фиксированной ПЧ, были сделаны выводы о том, что ПЧ 5,5 МГц имеет некоторые преимущества по сравнению с другими. Если использовать удвоение частоты ГПД на самых высокочастотных радиолюбительских диапазонах, то спектр частот, перекрываемых ГПД, укладывается в более плотный "пакет", часть диапазонов "сдваивается" (имеет одни и те же частоты), что существенно упрощает процедуру термокомпенсации генератора, уменьшает число используемых деталей и подстроечных элементов. Кроме того, такой генератор обеспечивает более равномерную амплитуду выходного сигнала. Ну и, конечно, при такой ПЧ (5,5 МГц) трансивер имеет не так много поражённых точек. К тому же кварцевые резонаторы на "круглую" частоту 5,5 МГц для построения фильтра ПЧ не так дефицитны.

Предлагаемые два варианта ГПД рассчитаны именно на эту частоту ПЧ. Первый вариант устройства показан на **рис. 1**. Этот генератор вырабатывает сигналы с частотами, указанными в **таблице**. На диапазонах 10, 21, 24, 28 и 29 МГц он работает с удвоением частоты, на остальных — без удвоения. Выходное напряжение ГПД — около 1,5 В. Задающий генератор плавного диапазона собран на транзисторе VT1 по схеме ёмкостной трёхточки. С целью получения большей частотной стабильности транзистор выбран кремниевый, с возможно меньшими ёмкостями p-n переходов, а корпус транзистора должен иметь хороший тепловой контакт с шасси. Частоту ГПД задаёт катушка индуктивности L1 и конденсаторы, которые подключены к нему постоянно и подключаются к нему на различных диапазонах с помощью переключателя SA1.1.

Сигнал генератора с катушки L1 поступает на затвор полевого транзистора VT2, при этом катушка одновременно выполняет функции повышающего трансформатора. Это обеспечивает согласование генератора с высоким сопротивлением каскада на транзисторе VT2. Это сопротивление мало шунтирует контур ГПД и несущественно уменьшает его добротность, что благоприятно сказывается на стабильности частоты.

Буферный каскад, собранный на транзисторе VT2, вырабатывает два практически одинаковых по амплитуде, но противофазных сигнала, необходимых для обеспечения работы последующего удвоителя частоты, собранного на двух идентичных усилительных каскадах на транзисторах VT3 и VT4. В зависимости от управляющих сигналов, эти два каскада могут работать как удвоитель частоты или же один из них может работать как линейный усилитель. Переключение режимов производится переключателем SA1.2. В режиме удвоения частоты оба каскада работают в классе С, поскольку на базы транзисторов VT3 и VT4 постоянное напряжение не поступает. В этом случае их выходные сигналы складываются на общей нагрузке. В режиме линейного усиления (классе А) на базу транзистора VT3 через R9 поступает открывающее напряжение, что и переводит в режим линейного усиления. При этом транзистор VT4

Диапазон, МГц	Частота задающего генератора, МГц	Частота на выходе ГПД, МГц
1,9	7,33...7,43	7,33...7,43
3,5	9,0...9,3	9,0...9,3
7	12,5...12,6	12,5...12,6
10	7,8...7,825	15,6...15,65
14	8,5...8,85	8,5...8,85
18	12,568...12,668	12,568...12,668
21	7,75...7,975	15,5...15,95
24	9,695...9,745	19,39...19,49
28	11,25...11,535	22,5...23,07
28,5	11,535...11,82	23,07...23,64
29	11,82...12,1	23,64...24,2

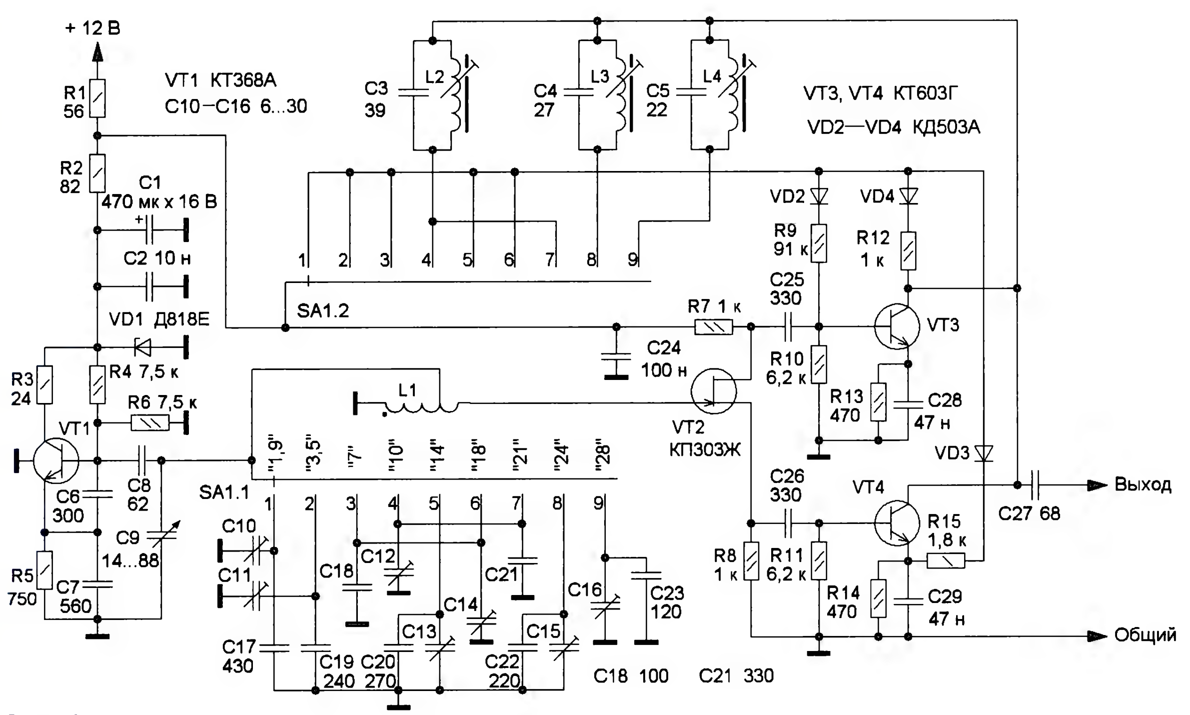


Рис. 1

VT1 КТ368А VT4 КТ603Г С11–С18 6...30
VD2—VD7 КД503А С23 220

Рис. 2

закрывается напряжением около +2 В, поступающим на его эмиттер через резистор R15.

В режиме линейного усиления нагрузкой является резистор R12, т. е. получается апериодический усилитель. Диоды VD2—VD4 служат для развязки цепей по постоянному току. В режиме удвоения частоты сигналы с коллекторов транзисторов VT3 и VT4 складываются, поэтому на нагрузке сигналы чётных гармоник складываются (их амплитуда увеличивается), а сигналы нечётных вычитаются (их амплитуда уменьшается). Кроме того, к нагрузке, в зависимости от диапазона, подключается один из LC-контуров L2C3, L3C4 или L4C5, что подавляет сигналы ненужных гармоник. На диапазоне 28 МГц перестройка в интервале 1,7 МГц осуществляется в одном положении переключателя SA1. При использовании верньера от радиоприёмника Р311 настройка осуществляется вполне комфортно. Оставшиеся свободными две группы контактов переключателя SA1 (применён переключатель на 11 положений и два направления) можно использовать для обзорного радиовещательного КВ-диапазона и Си-Би-диапазона (27 МГц). Можно их использовать и для подключения на диапазоне 28 МГц вместо контура C5L4 трёх контуров. В этом случае можно получить более равномерную амплитуду выходного сигнала на диапазоне 28 МГц за счёт настройки контуров на различные участки этого диапазона. Как это сделать, будет сказано далее.

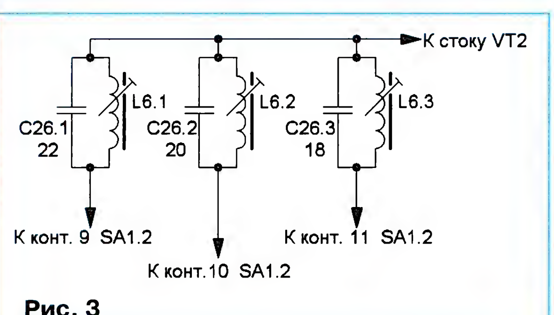


Рис. 3

Схема второго варианта ГПД показана на **рис. 2**. Сам генератор выполнен по такой же схеме, как и предыдущий. Частоты, вырабатываемые им, приведены в таблице. Отличие состоит в использовании системы растяжки на диапазонах 10, 24, 28 МГц, а также разбивки последнего диапазона на три участка. Это позволило применить верньер с меньшим коэффициентом замедления. При этом с целью уменьшения числа комплектующих элементов для диапазона 28 МГц использован только один конденсатор C7, а ёмкость подключаемых конденсаторов на остальных диапазонах соответственно уменьшена. Растяжка на вышеуказанных диапазонах производится за счёт коммутации конденсаторов с помощью реле К1.

Сигнал генератора с катушки L1 через катушки связи L2, L3 в противофазе поступает на первые затворы полевых МОП-транзисторов VT2 и VT3. На этих транзисторах собран переключаемый усилитель-удвоитель частоты. В режиме усиления работает только транзистор VT2, при этом он переводится в линейный режим путём подачи напряжения на первый затвор через резистор R7, катушка L3 отключается, и первый затвор транзистора VT3 замыкается на общий провод, исключая его из работы. Резистор R12 обеспечивает стекание статических зарядов и тем самым предотвращает возможный выход транзистора из строя из-за пробоя, который может возникнуть в момент переходных процессов при переключении контактов реле К2.

Стоки транзисторов объединены, поэтому чётные гармоники на них складываются, а нечётные вычитаются (компенсируются). В режиме усиления нагрузкой каскада является резистор R14, а в режиме удвоения — контуры L4C38, L5C39, L6C26. При этом контур L6C26 можно заменить тремя, как показано на **рис. 3**. В этом случае несколько увеличится число комплектующих элементов, но зато упростится настройка генератора на этом диапа-

зоне. Диод VD5 предотвращает срабатывание реле К2 в режиме удвоения частоты.

С выхода усилителя-удвоителя сигнал ГПД поступает на оконечный каскад усиления, выполненный на транзисторе VT4 по апериодической схеме. Амплитуда сигнала на выходе — около 1,5 В на всех диапазонах. Её уровень поддерживается системой автоматической регулировки мощности (АРМ). На диодах VD6 и VD7 собран выпрямитель по схеме удвоения напряжения, а на транзисторе VT5 — инвертирующий усилитель постоянного тока. Резистор R21 служит для установки уровня выходного сигнала (0...1,5 В). С движка этого резистора управляющий сигнал (постоянное напряжение) поступает на вторые затворы транзисторов VT2 и VT3. При превышении выходным сигналом ГПД установленного значения транзистор VT5 открывается и напряжение на вторых затворах транзисторов VT2 и VT3 уменьшается, что и приводит к уменьшению выходного сигнала ГПД, т. е. стабилизации его амплитуды.

Чтобы увеличить выходное напряжение ГПД, можно применить резистор R21 большего сопротивления или резистор R15 меньшего сопротивления. При этом следует учесть, что максимальное постоянное напряжение на вторых затворах транзисторов VT2 и VT3 не должно превышать 5 В, поскольку при таком напряжении наблюдается максимум усиления у этих транзисторов.

В генераторах использованы постоянные резисторы МЛТ, подстроечный — СП-04 или любой малогабаритный. Переменный конденсатор — так называемый дифференциальный КПЕ "бабочка" (**рис. 4**) от радиостанций Р821, Р822 (так называемое изделие ЯД4.652.007), его статорные пластины соединены параллельно, а на ось ротора установлен токосъёмник (подключён к корпусу), в результате суммарная ёмкость составила 14...88 пФ. Подстроечные конденсаторы — КТ4-25, оксидные конденсаторы — К50-35, К53-14. Блокировочные конденсаторы — плёночные или керамические, в частотозадающих цепях следует применить конденсаторы КТ, КМ, К10-7. Транзисторы КТ603Г можно заменить транзисторами серии КТ608. Реле — РЭС49, исполнение РС4.569.421-02 или РС4.569.421-08 с номинальным напряжением 12 В. В обоих ГПД применена катушка L1 (**рис. 5**) на керамическом каркасе диаметром 18 мм. Она содержит 12 витков вожжёной меди, длина намотки — 25 мм. В первом варианте сделан отвод от восьмого витка, во втором варианте используются восемь витков, но поверх неё двумя вместе сложенными проводами ПЭЛ 0,66 намотаны катушки L2, L3 — по 6 витков каждая. Конец одной соединяют с началом другой. Остальные катушки намотаны виток к витку на пластмассовых каркасах диаметром 7 мм с подстроечниками из феррита марки 400НН. Для первого варианта катушка L2 содержит 22 витка ПЭШО 0,44, катушка L3 — 10 витков провода ПЭЛ 0,55, катушка L4 — 8 витков провода ПЭЛ 0,66. Для второго варианта катушки L4 и L5 такие же, как и L2, L3 для первого. Катушка L6 намотана проводом ПЭЛ 0,66 и содержит десять витков с отводами от первого и второго, а катушки L6.1, L6.2, L6.3 содержат 7, 8 и 9 витков такого же провода.

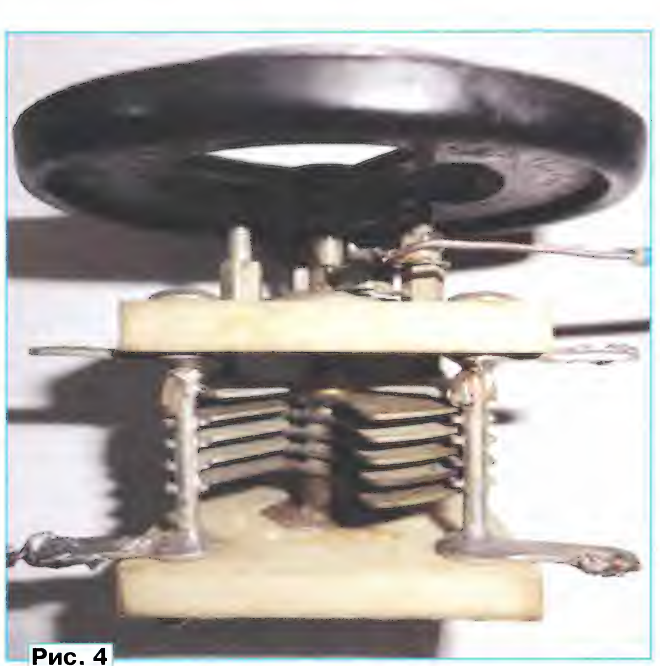


Рис. 4

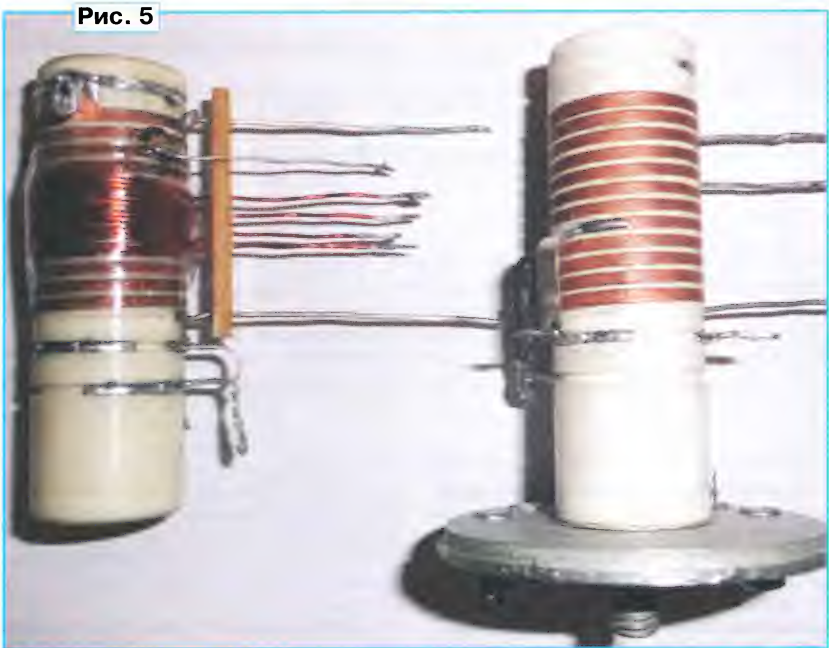


Рис. 5

Налаживание начинают с проверки отсутствия замыканий по цепям питания. Затем подают питающее напряжение и проверяют работоспособность задающего генератора. Для этого осциллографом контролируют переменное напряжение на эмиттере транзистора VT1. Затем производят укладку диапазонов. Делают это подборкой постоянных конденсаторов, коммутируемых переключателем SA1.1 и подстройкой соответствующих подстроечных конденсаторов. Уровень и форму выходного сигнала контролируют осциллографом, частоту — частотомером. На диапазонах, где происходит удвоение частоты, подстраивают сердечники соответствующих катушек (L2—L4 — для первого варианта, L4—L6 — для второго) по максимуму сигнала на выходе (в середине каждого диапазона). Резистором R21 (см. рис. 2) устанавливают на выходе требуемый уровень сигнала. Выходной каскад (VT4 на рис. 2) настраивают по максимуму сигнала на выходе и правильной форме синусоиды подборкой номинала резистора R17. При укладке диапазонов, возможно, потребуется установка конденсатора С40.

На последнем этапе настройки производят термокомпенсацию генератора путём замены на каждом диапазоне частотозадающих конденсаторов равной ёмкости, но с другими значениями ТКЕ. Критерий налаживания — наименьший "выбег" частоты с течением времени из-за прогрева деталей после включения (это самый трудоёмкий этап налаживания!).

Робозавр на Arduino Uno

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Эта игрушка (**рис. 1**) имитирует медлительного и неповоротливого динозавра, который трусливо пятится от препятствий, когда натыкается на них. Схема игрушки показана на **рис. 2**. В ходовой части применены два сервопривода SG90 (А3 — задние конечности робозавра, А4 — передние), работой которых по специальной программе управляет модуль Ардуино Uno (А2), реагирующий на сигналы с выхода ИК-датчика препятствий (А1) FC-51 (**рис. 3**). Он работает как оптопара с открытым каналом и содержит излучающий ИК-диод (прозрачный корпус), ИК-фототранзистор (непрозрачный корпус) и микросхему компаратора. Дальность обнаружения препятствия устанавливают с помощью подстроечного резистора, установленного на его плате.

Конструкцию ходовой части поясняет **рис. 4**. Изготовление игрушки лучше начинать с неё. Несущие пластины-планки 1 толщиной 4...5 мм и размерами 25×130 мм вырезаны из прозрачного листового оргстекла. На расстоянии 40 мм от краёв в их серединах просверлены по два отверстия, в которые вставлены шпильки 2 длиной 35 мм с резьбой М4. Стягивая пластины с помощью гаек и шпилек, можно жёстко фиксировать сервоприводы 3 между ними. Для надёжности крепления между планками и корпусами сервоприводов проложены резиновые водопроводные прокладки 4. С одной стороны они приклеены к внутренним поверхностям планок 1. "Ноги" 5 изготовлены из полуколец отрезка пластиковой сантехнической трубы с внешним диаметром 110 мм. Ширина отрезка — 20 мм. Коромысло 6 крепят к "ногам" 5 с помощью винтов 7 (М2) длиной 10 мм с потайной головкой. Коромысло с усилием надевают на вал сервопривода 3 и фиксируют саморезом из его комплек-

Рис. 1

Рис. 3

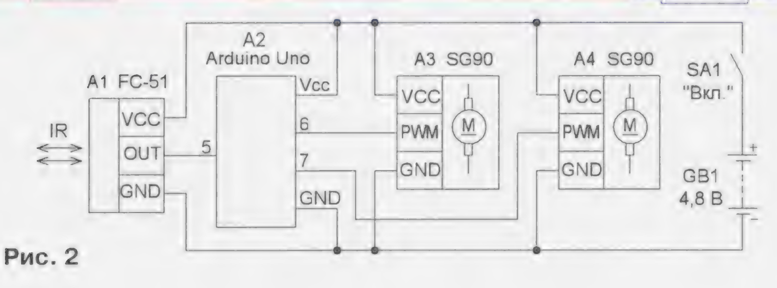


Рис. 2

та. Предварительно в нём сверлят отверстия для винтов. В полукольцах также соосно делают отверстия. Между ними сверлят отверстие диаметром 3 мм для сквозного прохода шляпки самореза при креплении коромысла к валу серводвигателя. Положение "ног" (вместе с коромыслом) относительно вала следует выбрать таким, чтобы они могли поворачиваться относительно центрального положения в обе стороны примерно на 90°. Если при поворачивании вала ("ног") сервопривода 3 вручную это не получается, коромысло 6 нужно переставить.

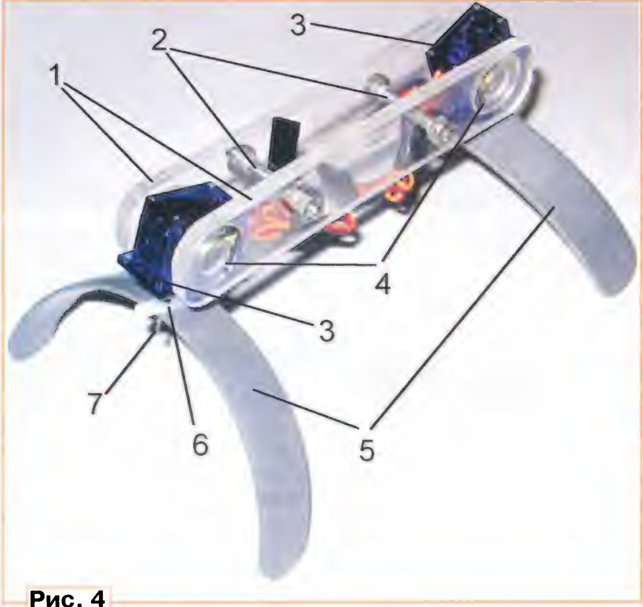


Рис. 4

Далее (**рис. 5**) к получившемуся основанию крепят плату 3 Ардуино Uno, батарейный отсек 7 на три или четыре элемента (в зависимости от варианта питания). Для этого изготавливают (**рис. 6**) две проволочные стойки с тремя петлями для крепления. С помощью верхней петли (см. рис. 5) закрепляют пластину 4 из оргстекла размерами 60×80 мм толщиной 4...5 мм, на которой и крепят плату 3 Ардуино Uno с помощью винтов-саморезов и резиновых опор 1. Они изготовлены из ластика, а их нижние основания приклеены к основанию 4 "секундным" клеем. В нижнюю петлю скобы пропускают винт М2 для крепления батарейного отсека 7. В средней петле стойки расположена шпилька 8 (М4), которая прикреплена к ходовой части.

На заключительном этапе монтируют "шею" 2, "хвост" 5 и "голову" (ИК-датчик) (см. рис. 5). "Шея" и "хвост" изготовлены из отрезка трубы и прикреплены к "ногам" с помощью винтов. В верхней части "шеи" сделан поперечный "надкус" 9 (выполняют с помощью пассатижей) для возможности регулировки положения ИК-датчика. Его крепят к "шее" с помощью резиновой стойки 1 и винта-самореза. Выключатель питания 6 приклеивают к батарейному отсеку 7. Электрические соединения выполняют с помощью гибких проводов с разъёмами на концах.

Рис. 5

Средний ток, потребляемый игрушкой, — 200 мА. Питать конструкцию можно от четырёх Ni-Cd аккумуляторов типоразмера АА или трёх гальванических элементов того же типоразмера, рассчитанных на большой ток нагрузки.

Перед креплением платы Ардуино Uno в неё загружают скетч, управляющий сервоприводами. Основная функция скетча — поворачивать по очереди коромысла сервоприводов на заданные углы (возможный диапазон значений от 0° до 180°). Для предложенного варианта конструкции угол поворота первого сервопривода — от 125° до 55° и обратно, аналогично и для второго — от 125° до 55°. Это — при хождении робозавра по прямой. При развороте робота и движении назад углы меняются в интервале от 110° до 50° у первого сервопривода и от 130° до 60° у второго. Сама ходьба состоит из четырёх тактов поворотов "ног". В скетче a1, a2 и b1, b2 — углы поворота первого и второго сервопривода соответственно. Например: первый такт — **a1=125**, затем плавно от **b1=125** до **b2=55**, второй такт — **b2=55**, затем плавно от **a1=125** до **a2=55**, третий такт — **a2=55**, затем плавно от **b2=55** до **b1=125**, четвёртый такт — **b1=125**, затем плавно от **a2=55** до **a1=125** и т. д.

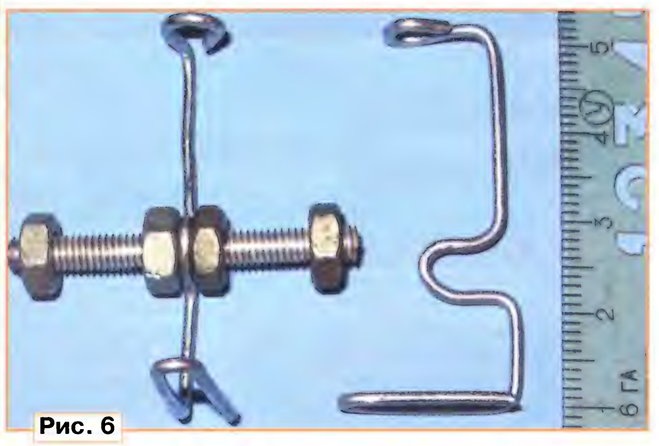


Рис. 6

Условие **while c<15** задаёт число шагов робота. После них он кратковременно останавливается и далее продолжает движение по прямой ещё на 15 шагов. Так продолжается до встречи с препятствием. При срабатывании ИК-датчика робозавр пятится назад также на 15 шагов, при этом разворачиваясь.

***От редакции**. Скетч для Arduino Uno и демонстрационный ролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/04/dino.zip** на нашем FTP-сервере.*

Ультразвуковой дальномер HC-SR04 без микроконтроллера

Часть 1. Сигнализаторы присутствия

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В статье приводится описание принципа работы ультразвукового дальномера HC-SR04 и некоторых устройств на их основе: сигнализаторов присутствия, аналогового дальномера и выключателя освещения. Конструкции, описание которых приведены в статье, можно использовать в радиокружках для отработки навыков конструирования или в различных устройствах, в том числе и в домашней автоматике.

Ультразвуковой дальномер HC-SR04 (Ultrasonic Ranging Module HC-SR04. — **https://lib.chipdip.ru/092/DOC001092302.pdf** (29.01.18)), далее дальномер HC-SR04, широко известен, доступен и часто используется радиолюбителями для построения различных устройств. В отличие от других датчиков, дальномер HC-SR04 не реагирует на солнечный свет или цвет объекта, но его эффективность сильно зависит от отражательных свойств поверхности. Традиционно его применяют совместно с микроконтроллерами, а наиболее широко — с платами семейства Arduino, чему способствуют доступные библиотеки для управления дальномером. Описаний подобных конструкций много в Интернете. Но в некоторых случаях при построении отдельных устройств можно с успехом обойтись и без микроконтроллеров. Прежде всего, это относится к устройствам, где не требуется точного измерения расстояния, а сделать это позволяют некоторые особенности дальномера HC-SR04. Дело в том, что информация о расстоянии с его выхода формально выводится в цифровом виде, но её нетрудно простыми средствами обработать без микроконтроллера или преобразовать в аналоговую, а затем использовать для построения различных автоматов.

Но для начала надо подробнее познакомиться с конструкцией и параметрами дальномера HC-SR04 (**рис. 1**). Следует отметить, что топология печатной платы дальномера у разных производителей может отличаться.

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В . . . . . .4,8...5,5
Максимальный потребляемый ток, мА 15
Угол обзора, град. 15
Измеряемое расстояние, см . . .2...400
Погрешность измерения, см 0,3
Интервал рабочих температур, °C . . . . .0... + 60
Габаритные размеры, мм . . . .45×20×15

Назначение выводов HC-SR04: Vcc — плюсовой вывод питания; Trig — вход запускающего сигнала; Echo — выход эхо-сигнала; GND — общий "земляной" вывод.

Принцип работы дальномера HC-SR04 основан на принципе эхолокации, т. е. использует точно такую же технологию, что и летучие мыши, дельфины и некоторые другие животные для ориентации в пространстве, а именно ультразвук (УЗ). На передней части платы дальномера расположено два УЗ-преобразователя, первый — это передатчик (Transmiter) УЗ-волн (TCT40-16T), он расположен на плате слева, иногда его отмечают надписью "T", а второй — приёмник (Receiver) отражённых УЗ-волн (TCT40-16R), он установлен справа, иногда маркируется надписью "R", а в центре расположен кварцевый резонатор.

Работу дальномера HC-SR04 поясняет **рис. 2**. Для запуска процесса измерения на вход Trig (U_{TR}) надо подать импульс длительностью t_{TR} = 10...15 мкс. По спаду этого импульса дальномер излучает пачку из восьми УЗ зондирующих импульсов U_T на частоте 40 кГц. Через небольшой промежуток времени (около 1 мкс) после окончании пачки УЗ-импульсов на выходе Echo (U_{EC}) появится высокий логический уровень. Он сменится на низкий, когда в приёмник попадёт отражённый УЗ-сигнал U_R. Таким образом, длительность импульса t_{EC} на выходе Echo зависит от расстояния до препятствия: L(см) = t_{EC}(мкс)/58. Поэтому, измерив длительность импульса t_{EC} и проведя несложные расчёты, можно определить это расстояние. Так обычно и происходит в устройствах, собранных на дальномере HC-SR04 и микроконтроллере (или плате семейства Arduino). По результатам измерения принимается какое-либо решение. Если отражённого УЗ-сигнала не будет или он будет ниже порога обнаружения, длительность импульса t_{EC} — около 38 мс. Поэтому период следования запускающих импульсов T_{TR} должен быть не менее 45...50 мс.

Рис. 1

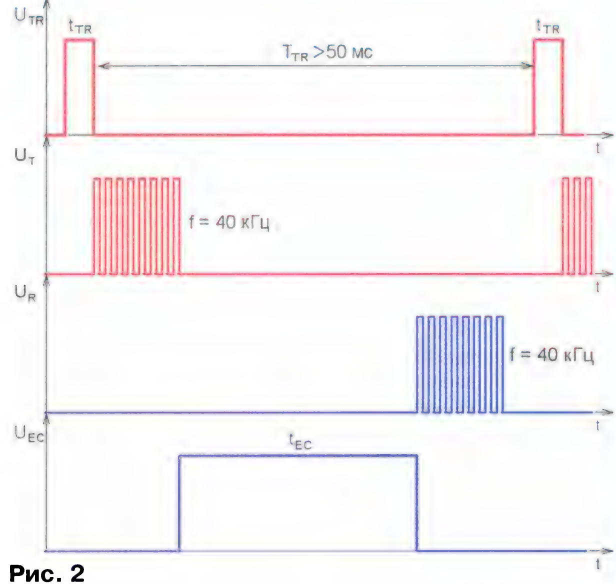


Рис. 2

Сигнализатор присутствия-1

Самые распространённые датчики движения — это ИК-датчики, которые относятся к так называемым пассивным. Их основа — пироэлектрический датчик, который реагирует на изменение ИК-излучения, попадающего на него. Если это излучение будет мало, такой датчик на перемещение объекта не реагирует. Одним из главных недостатков большинства таких датчиков является то, что они реагируют только на движение человека. Если применить такой датчик в выключателе освещения, например, на лестничной площадке, где люди постоянно перемещаются, проблем не возникает. Но если человек будет неподвижен, такой ИК-датчик перестанет реагировать и свет погаснет.

Для таких случаев более подходящим будет активный датчик, который излучает зондирующий сигнал и принимает сигнал, отражённый от объекта. Сделать такой датчик можно на основе дальномера HC-SR04. В таком устройстве не требуется измерять точное расстояние до предмета, и вполне достаточно информации о том, что он расположен на расстоянии меньше заранее установленного. Принцип работы такого сигнализатора может быть основан на том, что в дежурном состоянии на выходе дальномера HC-SR04 присутствует сигнал, параметры которого обусловлены наличием удалённых предметов или препятствий. Впрочем, отражённого сигнала может и не быть совсем. Поэтому длительность импульса t_{EC} на выходе Echo должна быть сравнительно большой. При появлении в зоне действия дальномера HC-SR04 более близко расположенных предметов длительность импульса t_{EC} существенно уменьшается. Это и можно использовать для построения сигнализатора присутствия. Но для этого надо каким-то образом измерить длительность импульса t_{EC}. В устройствах с микроконтроллерами это реализуется напрямую. Более простое решение без процедуры измерения можно реализовать на логических микросхемах.

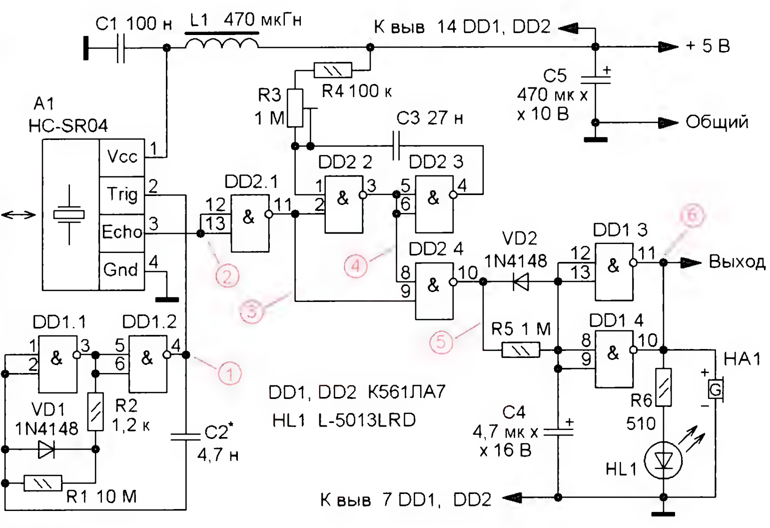


Рис. 3

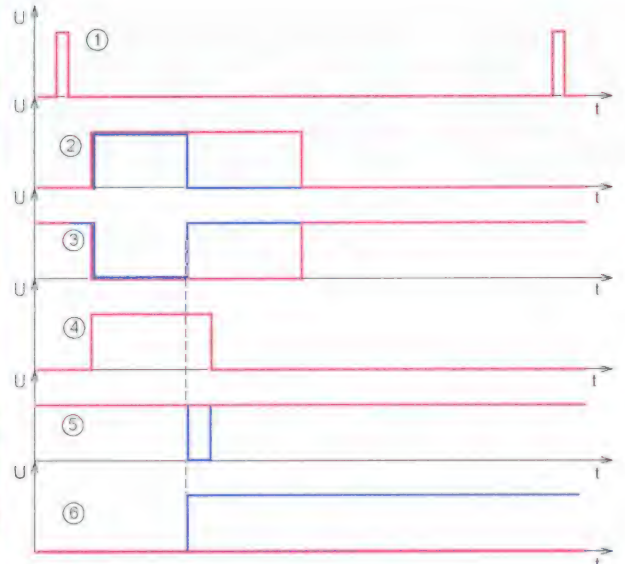


Рис. 4

Схема датчика присутствия показана на **рис. 3**. На логических элементах DD1.1 и DD1.2 собран генератор запускающих импульсов. На выходе элемента DD1.2 формируются импульсы длительностью 10.....15 мкс с периодом следования около 45 мс. Реализуется это за счёт того, что резисторы в цепи зарядки и разрядки конденсатора C2 отличаются примерно на четыре порядка. Элемент DD2.1 инвертирует сигнал с выхода Echo дальномера. На элементах DD2.2 и DD2.3 собран ждущий одновибратор образцовых импульсов, которые задают временно́е окно для сравнения с инвертированным сигналом с выхода Echo. Это сравнение осуществляет логический элемент DD2.4 (2И-НЕ). На элементах DD1.3 и DD1.4 собран буферный каскад, который подаёт питающее напряжение на элементы сигнализации — светодиод HL1 и акустический излучатель HA1 со встроенным генератором.

Диаграмма, поясняющая работу сигнализатора, показана на **рис. 4**. Осциллограммы в контрольных точках **1—6** в исходном состоянии показаны красным цветом. После поступления импульса запуска **1** через некоторое время на выходе Echo появляется импульс **2**, длительность которого зависит от расстояния до объекта, от которого пришёл отражённый сигнал. Этот импульс инвертирует (импульс **3**) элемент DD2.1. По спаду импульса **3** ждущий

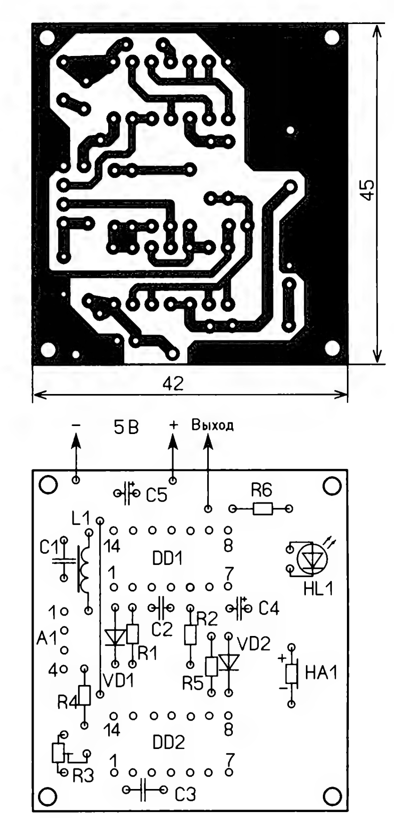


Рис. 5

одновибратор формирует образцовый импульс **4**, длительность которого можно изменять подстроечным резистором R3. Элемент DD2.4 сравнивает импульсы **3** и **4**. В исходном (дежурном) состоянии устройства длительность импульса **3** превышает длительность импульса **4**, поэтому на выходе этого элемента присутствует высокий логический уровень (сигнал **5**). Конденсатор C4 через резистор R5 заряжается до того же уровня, и на выходе элементов DD1.3 и DD1.4 присутствует низкий уровень (сигнал **6**), поэтому светодиод HL1 и звуковой излучатель HA1 обесточены.

Рис. 6

При появлении в зоне контроля сигнализатора объекта, который отражает УЗ-сигналы, состояние устройства изменяется. Осциллограммы для этого случая показаны синим цветом. Во-первых, длительность импульса **2** на выходе Echo, а также импульса **3** уменьшается. Поэтому на выходе элемента DD2.4 кратковременно появится низкий уровень (импульс **5**), что приведёт к быстрой разрядке через диод VD2 конденсатора C4 и появлению на выходе элементов DD1.3 и DD1.4 высокого уровня. В результате включится светодиод HL1 и начнёт работать звуковой излучатель HA1, которые и подадут сигнал о наличии какого-либо объекта в зоне контроля сигнализатора. После ухода объекта из этой зоны сигнализатор вернётся в исходное состояние. В дежурном режиме устройство потребляет ток 3,3 мА, при подаче сигнала — 7,5 мА. Для его питания надо применить стабилизированный источник.

Все элементы сигнализатора размещены на односторонней печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 5**, а смонтированная плата — на **рис. 6**. Применены постоянные резисторы С2-23, Р1-4, МЛТ (R1 в данном случае составлен из двух соединённых последовательно резисторов КВИ по 5,1 МОм), подстроечный — СП3-19, оксидные конденсаторы — К50-35 и импортные, остальные — плёночные или керамические (C2 должен быть с малым током утечки). Диоды — любые маломощные импульсные, светодиод — маломощный любого свечения, можно применить мигающий с напряжением питания 5 В, в этом случае резистор R6 заменяют проволочной перемычкой. Звуковой излучатель — со встроенным генератором, обеспечивающий достаточную громкость при напряжении 5 В. Дальномер HC-SR04 можно впаять в плату либо применить для его подключения гнёзда из серии PSB, например, отрезав четыре штуки от гнезда PSB-10 (DS1023-1×10). Второй вариант, конечно, предпочтительней, поскольку позволяет оперативно заменять дальномеры и тем самым проверять их работоспособность и сравнивать их между собой.

Налаживание сводится к проверке надёжного запуска дальномера HC-SR04, при необходимости для этого следует подобрать конденсатор C2. Дальность обнаружения устанавливают подстроечным резистором R3.

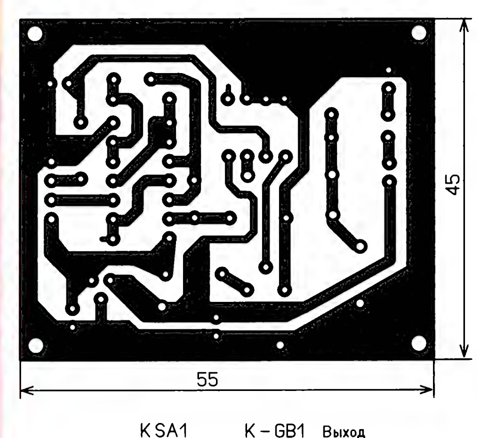
Рис. 7

Сигнализатор присутствия-2

В сигнализаторе, описание которого приведено выше, реализован метод контроля длительности импульса на выходе Echo дальномера. Но импульсы на этом выходе относительно просто преобразовать в постоянное напряжение и уже затем использовать его для проведения измерений или управления другими элементами. Дело в том, что дальномер работает постоянно, и на выходе Echo дальномера HC-SR04 присутствует не отдельный импульс, а их последовательность. Если такую последовательность подать на вход интегрирующей RC-цепи, на её выходе будет напряжение $U_{вых}$, пропорциональное амплитуде $U_п$ и скважности Q импульсов: $U_{вых} \approx U_п/Q$, где $Q = T_{TR}/t_{EC}$. На практике это означает, что с приближением объекта постоянное напряжение на выходе интегрирующей RC-цепи уменьшается.

Схема второго варианта датчика присутствия показана на **рис. 7**. Формирователь запускающих импульсов здесь реализован по несколько иному принципу, он собран на логических элементах микросхемы DD1. На элементах DD1.1 и DD1.2 собран RC-генератор импульсов с частотой следования около 60 мс. Эти импульсы напрямую поступают на первый вход (вывод 12) элемента DD1.3, а на второй — через дифференцирующую RC-цепь C3R4, в результате на его выходе формируются запускающие импульсы, которые инвертирует элемент DD1.4, после чего они поступают на вход Trig дальномера HC-SR04. Формирователь запускающих импульсов в этой конструкции собран на большем числе элементов, чем в предыдущем устройстве, но зато не содержит высокоомных резисторов.

Выходные импульсы дальномера HC-SR04 поступают на интегрирующую RC-цепь R2C4, постоянное напряжение на выходе которой зависит от расстояния до объекта. Это напряже-



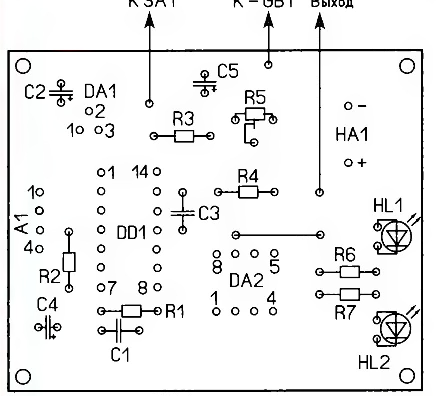


Рис. 8

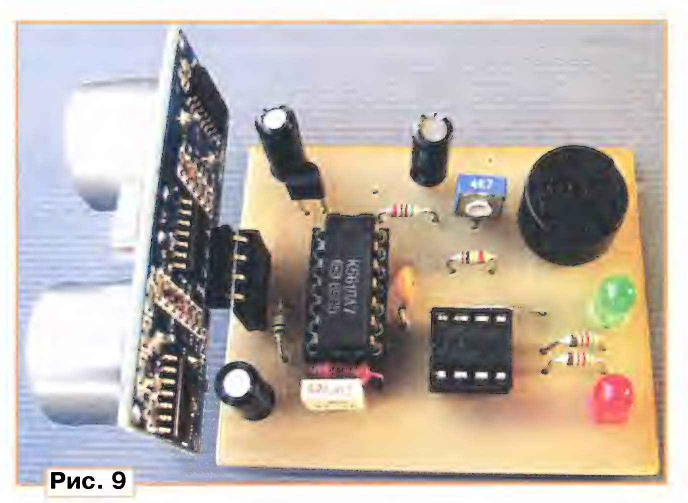


Рис. 9

ние подаётся на инвертирующий вход ОУ DA2, который работает как компаратор. На его неинвертирующий вход поступает образцовое напряжение с делителя напряжения R3R5. Если объект находится за пределами зоны контроля сигнализатора, напряжение на выходе интегрирующей цепи превышает образцовое и на выходе ОУ будет напряжение, близкое к нулю. Поэтому включён светодиод HL1 зелёного свечения, сигнализирующий о работе устройства. Светодиод HL2 красного свечения и акустический сигнализатор со встроенным генератором обесточены.

При появлении в зоне контроля объекта напряжение на инвертирующем входе ОУ уменьшается и на его выходе появляется напряжение примерно на 1,5 В меньше питающего. В результате светодиод HL1 гаснет, включаются светодиод HL2 и акустический излучатель HA1, которые и подадут сигнал.

Длительность запускающего импульса можно изменить подборкой конденсатора C3. Дальность срабатывания сигнализатора устанавливают подстроечным резистором R5. Чтобы ввести гистерезис и сделать переключение сигнализатора более чётким, следует ввести резистор R8, который обеспечивает положительную обратную связь. Этот резистор можно установить со стороны печатных проводников.

Чтобы сделать питание сигнализатора более универсальным, например, питать его от батареи "Крона" или блока питания с выходным напряжением 7...12 В, в устройство введён интегральный стабилизатор DA1, который стабилизирует напряжение питания дальномера HC-SR04 и цифровой микросхемы. В дежурном режиме потребляемый ток — 8 мА, при подаче сигнала — 13 мА.

Чертёж односторонней платы сигнализатора, изготовленной из стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, показан на **рис. 8**, а смонтированная плата — на **рис. 9**. В этом сигнализаторе можно применить аналогичные детали.

Эти сигнализаторы присутствия можно применить в моделях автомобилей или других подвижных объектах для исключения столкновения с препятствиями, а также в различных устройствах домашней автоматики.

__От редакции__. Чертежи печатных плат в формате Sprint-Layout имеются по адресу __ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/04/HC-SR04-1.zip__ на нашем FTP-сервере.

Викторина "Микроконтроллеры и светодиоды"

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

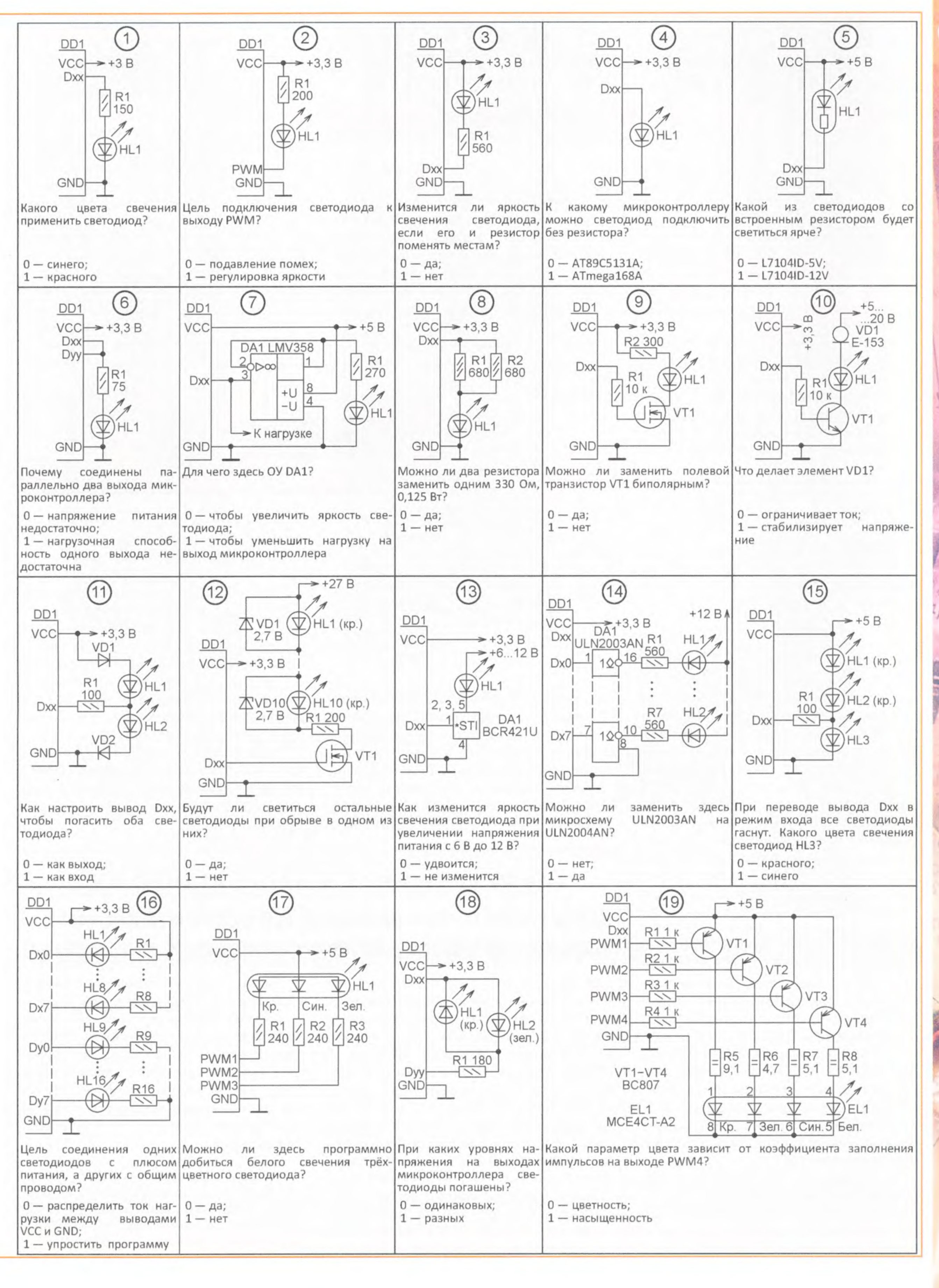
Проверьте свои знания о схемах подключения светодиодов к микроконтроллерам. В графах 1—19 **таблицы** на с. 63 этого номера журнала приведены различные схемы подключения светодиодов к микроконтроллерам — обычным общего назначения, подобным входящим в семейства PIC, AVR, STM. На схемах обозначены их выводы питания (VCC и GND), линии портов дискретного ввода—вывода общего назначения (D с различными индексами), линии портов, генерирующие последовательности импульсов с PWM (широтно-импульсной модуляцией). Предполагается, что выходные драйверы каждой линии обеспечивают втекающий и вытекающий токи нагрузки до 20 мА, а в режиме входа их входное сопротивление бесконечно велико.

Светодиоды, если не указан конкретный тип, — обычные маломощные.

В каждой графе имеется вопрос, на который нужно выбрать один из двух ответов "0" или "1". Если записать все ответы в порядке номеров вопросов в одну строку слева направо, получится двоичное число, состоящее из 19 разрядов. Следует перевести его в десятичную систему счисления. Для этого можно в меню программы "Калькулятор" Windows выбрать её вид "Программист", отметить в окне пункт Bin, ввести полученное двоичное число и затем отметить пункт Dec. Если все ответы правильны, должно получиться 471379.

Желаю успеха!

Ответы в следующем номере.


1
Какого цвета свечения применить светодиод?
0 — синего;
1 — красного
2
Цель подключения светодиода к выходу PWM?
0 — подавление помех;
1 — регулировка яркости
3
Изменится ли яркость свечения светодиода, если его и резистор поменять местами?
0 — да;
1 — нет
4
К какому микроконтроллеру можно светодиод подключить без резистора?
0 — AT89C5131A;
1 — ATmega168A
5
Какой из светодиодов со встроенным резистором будет светиться ярче?
0 — L7104ID-5V;
1 — L7104ID-12V
6
Почему соединены параллельно два выхода микроконтроллера?
0 — напряжение питания недостаточно;
1 — нагрузочная способность одного выхода недостаточна
7
Для чего здесь ОУ DA1?
0 — чтобы увеличить яркость светодиода;
1 — чтобы уменьшить нагрузку на выход микроконтроллера
8
Можно ли два резистора заменить одним 330 Ом, 0,125 Вт?
0 — да;
1 — нет
9
Можно ли заменить полевой транзистор VT1 биполярным?
0 — да;
1 — нет
10
Что делает элемент VD1?
0 — ограничивает ток;
1 — стабилизирует напряжение
11
Как настроить вывод Dxx, чтобы погасить оба светодиода?
0 — как выход;
1 — как вход
12
Будут ли светиться остальные светодиоды при обрыве в одном из них?
0 — да;
1 — нет
13
Как изменится яркость свечения светодиода при увеличении напряжения питания с 6 В до 12 В?
0 — удвоится;
1 — не изменится
14
Можно ли заменить здесь микросхему ULN2003AN на ULN2004AN?
0 — нет;
1 — да
15
При переводе вывода Dxx в режим входа все светодиоды гаснут. Какого цвета свечения светодиод HL3?
0 — красного;
1 — синего
16
Цель соединения одних светодиодов с плюсом питания, а других с общим проводом?
0 — распределить ток нагрузки между выводами VCC и GND;
1 — упростить программу
17
Можно ли здесь программно добиться белого свечения трёхцветного светодиода?
0 — да;
1 — нет
18
При каких уровнях напряжения на выходах микроконтроллера светодиоды погашены?
0 — одинаковых;
1 — разных
19
VT1–VT4 BC807
EL1 MCE4CT-A2
Какой параметр цвета зависит от коэффициента заполнения импульсов на выходе PWM4?
0 — цветность;
1 — насыщенность

Автоматическое включение компьютерного монитора

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Некоторые компьютерные мониторы при каждой подаче на них сетевого напряжения остаются выключенными, пока не будет нажата кнопка включения, даже если на их вход поступает видеосигнал. Это доставляет некоторые неудобства, не позволяя, например, включить монитор одновременно с компьютером нажатием всего на одну кнопку.

Чтобы устранить этот недостаток, предлагаю встроить в монитор несложное устройство, принципиальная схема которого представлена на **рис. 1**. Обычно при включении монитора в сеть 230 В начинает работать встроенный в него блок питания, на одном из выходов которого появляется напряжение +5 В. С этого момента начинается зарядка конденсатора C1 через резистор R1. Приблизительно через 5 с напряжение между обкладками этого конденсатора достигает порога переключения логического элемента DD1.1, который вместе с элементом DD1.2 образует триггер Шмитта.

После переключения триггера начинается зарядка конденсатора C2 через резисторы R4, R5. При этом в течение приблизительно 1,5 с падение напряжения на резисторе R5 превышает порог переключения элемента DD1.3, и напряжение на выходе этого элемента имеет низкий уровень, а на выходе элемента DD1.4 — высокий. Полевой транзистор VT1 в это время открыт, имитируя замыкание контактов кнопки включения монитора. По окончании зарядки конденсаторов ток, потребляемый устройством от источника питания, пренебрежимо мал. После отключения монитора от сети 230 В конденсаторы C1 и C2 разряжаются через резисторы R2, R4 и защитные диоды входов элементов микросхемы DD1.

Собранное по этой схеме устройство можно встроить не только в компьютерный монитор, но и в другие аппараты, которые "не умеют" включаться после подачи на них сетевого напряжения. Напряжение его питания может находиться в интервале 3...9 В.

Задержка имитации нажатия на кнопку включения монитора относительно момента подачи напряжения питания необходима для того, чтобы монитор не воспринял "нажатую" кнопку как специальную команду, например, вызова меню установки режимов работы или перехода в исходное состояние.

При подключении выхода устройства непосредственно к соответствующим контактам кнопки включения резистор R6, изображённый на схеме штриховыми линиями, не нужен и может быть заменён перемычкой. Но иногда кнопки управления монитором находятся в недоступном месте, а контроллер монитора распознаёт их по напряжению, действующему на линии управления в момент нажатия. Тогда можно подключиться непосредственно к этой линии, установить резистор R6 и подобрать его сопротивления в интервале от сотни ом до десятка килоом. Критерием подборки будет выполнение имитируемой "кнопкой" именно функции включения монитора.

Рис. 1

Все детали устройства установлены на плате размерами 90×20 мм, как показано на **рис. 2**, монтаж — односторонний навесной. Резисторы — любые малогабаритные. Конденсаторы — керамические импортные. Вместо микросхемы КР1014КТ1А можно установить КР1014КТ1В или полевой транзистор КП501А, КП505А, BSS295. Если нет в наличии подходящего полевого транзистора с каналом типа n, на его место можно попробовать установить маломощный биполярный транзистор структуры n-p-n, например серии КТ3102. Базу транзистора подключают к выходу элемента DD1.4 через резистор сопротивлением 4,7 кОм. Вместо интегральной микросхемы К561ЛА7 в рассматриваемом случае можно применить К561ЛЕ5 или их функциональные аналоги из других КМОП серий, в том числе импортные.

Рис. 2

Если нужно изменить длительность задержки имитации нажатия на кнопку включения, устанавливают конденсатор C1 другой ёмкости. Чем она меньше, тем меньше задержка. А чем меньше ёмкость конденсатора C2, тем короче имитация замыкания контактов.

Изготовленное устройство размещено внутри монитора BenQ FP93G между блоком питания и платой управления монитором под общим металлическим экраном.

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

КОЛЬЧУРИН О. Светодиодный куб 4×4×4 и редактор световых эффектов для него ("Радио", 2018, № 2, с. 62—64)

Я разработал новую программу для описанного куба. Она отличается тем, что кратковременное нажатие на кнопку SB1 (см. рис. 3 исходной статьи) немедленно переключает эффект. А продолжительное нажатие на неё приводит к многократному повторению одного и того же эффекта, пока кнопка не будет отпущена. Чтобы освободиться от необходимости удерживать кнопку, её можно заменить выключателем. При отпущенной кнопке или разомкнутом выключателе каждый эффект в их последовательности будет повторяться случайное число раз (не более пяти), прежде чем автоматически смениться.

Число разных эффектов в новом варианте программы возросло до 32.

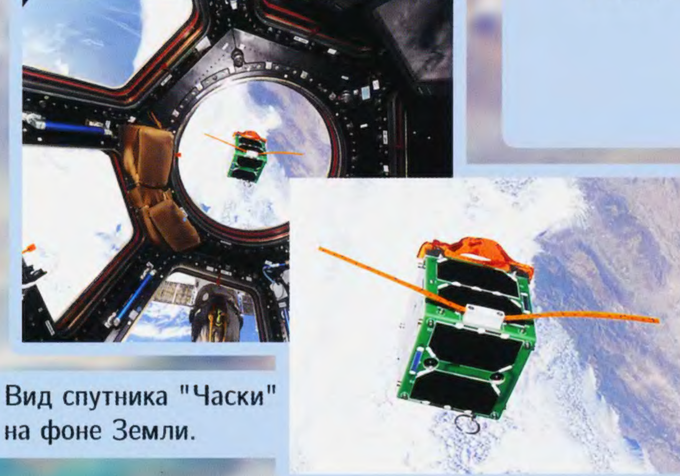
Для куба сделан чехол из трёх слоёв серебристой антистатической плёнки, применяемой для упаковки материнских плат и видеокарт компьютеров. Когда куб выключен, он просто выглядит серебристым, а когда включён — светодиоды красиво просвечивают сквозь плёнку.

*От редакции. Новый вариант программы лежит в папке 4x4x4v2 в том же архиве по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/02/4x4x4.zip** на нашем FTP-сервере, что и первая версия программы.*

Разработка и запуск радиолюбительских малых космических аппаратов с орбитальных станций "Мир" и МКС

Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королёв,
Татьяна КОЛМЫКОВА, д-р экон. наук, проф., Курск,
Егор ШИЛЕНКОВ, канд. техн. наук, г. Курск

(см. статью на с. 49)



Вид спутника "Часки" на фоне Земли.

Космонавты О. И. Скрипочка, А. Н. Овчинин и Ю. И. Маленченко со спутником "ТПУ-120".

Вид спутника "ТПУ-120".

Вид спутников "Танюша-ЮЗГУ" на борту МКС.

Вид спутника "Танюша-ЮЗГУ-1" в защитном чехле.

Вид спутника "Танюша-ЮЗГУ-1" в полётной конфигурации.

Коллектив ЮЗГУ во время проведения приёмосдаточных испытаний спутников с представителями РКК "Энергия".

НОВЫЙ НАБОР

ВЕЛОКОМПЬЮТЕР

Представляем новый набор для радиолюбителей "Велокомпьютер", описание которого опубликовано в статье В. Балаева "Велокомпьютер" ("Радио", 2014, № 7, с. 41—44). В набор входят печатная плата, запрограммированный микроконтроллер, индикатор, комплект деталей и инструкция.

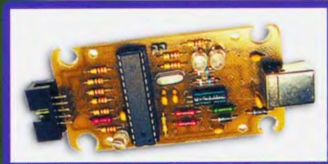
Базой для разработки послужил сравнительно недорогой и широко распространённый микроконтроллер PIC16F628A, индикатор был выбран семиэлементный светодиодный на четыре десятичных разряда. С его помощью удалось вывести и все нужные для пояснительных надписей буквы латинского алфавита. Велокомпьютер имеет небольшие размеры и автономное питание от батареи гальванических элементов или аккумуляторов, энергии которых при средней интенсивности поездок хватает на несколько месяцев работы.

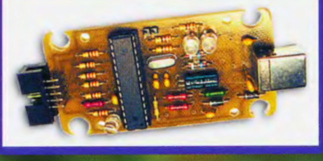
Прибор измеряет скорость движения велосипеда с дискретностью 0,1 км/ч, пройденное им за всё время эксплуатации расстояние — с дискретностью 1 км; расстояние, пройденное с момента обнуления его счётчика, — с дискретностью 0,1 км; расстояние, пройденное с момента обнуления счётчика времени поездки, — с дискретностью 0,1 км; время, прошедшее с момента включения прибора или обнуления счётчика времени, — с дискретностью 10 с; напряжение питания — с индикацией его снижения и выключением при снижении сверх нормы с сохранением состояния прибора в энергонезависимой памяти. Погрешность измерения всех параметров — ±1 % плюс один дискрет отсчёта измеряемого параметра.

Стоимость набора Вы сможете узнать, посетив страничку http://kits.radio.ru или позвонив по телефону +7 (495) 607-77-28.

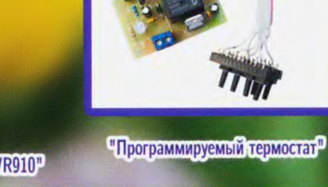
НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П"

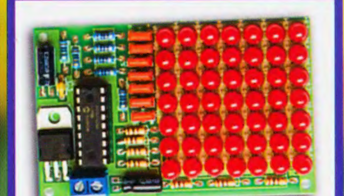




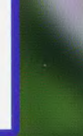
"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910"



"Программируемый термостат"



"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"



"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676"

"Цифровое устройство защиты с функцией измерения"

http://kits.radio.ru